

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

## **Sekačka na trávu**

**Lawnmower**

Student:  
Vedoucí bakalářské práce:

Tomáš Hradecký  
Ing. Milena Hrudíčková, Ph.D.

Ostrava 2011

### Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne .....

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3.).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít toto dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne .....

.....  
podpis studenta

Tomáš Hradecký  
Gregorova 14  
741 01 Nový Jičín

## **Anotace bakalářské práce**

HRADECKÝ, T. Sekačka na trávu: bakalářská práce. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2011, 43 s. Vedoucí práce: Ing. Milena Hrudíčková, Ph.D.

Bakalářská práce navrhuje koncept designu travní sekačky. Konstrukce stroje je navržena jako dvounápravová. Podle způsobu pohonu a sekání se jedná o elektrickou rotační sekačku.

Práce je rozdělena na dvě části, první teoretická část, se věnuje popisu stroje, jeho historickému vývoji a rozdělení podle jednotlivých kategorií. Druhá, praktická část, se věnuje skicám prvních tvarů, tvorbě modelu v 3D grafických programech, z nichž vychází vytvořené vizualizace, ergonomická rozvaha, pevnostní kontrola zavěšení kol a tvorba skutečného modelu.

## **Annotation of Bachelor Thesis**

HRADECKÝ, T. Lawnmower: Bachelor Thesis. Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2011, 43 s. Thesis head: Ing. Milena Hrudíčková, Ph.D.

The Bachelor thesis is suggesting the concept of a possible lawn mower design. Construction is designed as four wheeler. It is an electrical rotary mower due to the mode of gearing and cutting. The thesis is divided in two parts. The first part relates to description of the machine, historical development and division according to individual categories. The second part contains the sketches of first shapes, creation of the model in 3D graphical programmes, based on which there are created visualisations, ergonomic judgement, strength verification of wheels suspension and creation of the real model.

### **Poděkování**

Děkuji paní Ing. Mileně Hrudíčkové, Ph.D. za velmi užitečnou a odbornou pomoc, kterou mi poskytla při zpracování mé bakalářské práce.

## Obsah

1.	Úvod .....	8
2.	Historie .....	8
2.1.	První sekačka na trávu .....	8
2.2.	Modernizace .....	9
3.	Obecné rozdělení sekaček:.....	10
4.	Návrhy a skici .....	14
5.	První model a vizualizace .....	18
6.	Finální model a vizualizace .....	22
7.	Přední a zadní kola .....	24
8.	Řidítka a rukojeť .....	25
8.1.	Řidítka .....	25
8.2.	Rukojeť .....	26
9.	Koš na trávu .....	27
9.1.	Výpočet objemu koše.....	27
10.	Renderování .....	30
11.	Materiálové řešení .....	31
12.	Barevné řešení .....	31
13.	Uložení kola a nastavení výšky sekání .....	32
14.	Provedení ergonomické rozvahy.....	33
15.	Tvorba výkresové dokumentace .....	37
16.	Kontrola nosnosti zavěšení kol .....	38
17.	Skutečný model .....	42
18.	Závěr .....	43
19.	Seznam použité literatury .....	44
20.	Seznam příloh.....	44

## Seznam použitých symbolů a zkratek

$n$	počet kol	---
$g$	gravitační zrychlení	$m.s^{-2}$
$k_s$	statická bezpečnost	---
$m$	hmotnost	kg
$F$	síla	N
$R_e$	mez pevnosti v tahu	MPa
$M_k$	krouticí moment	N.mm
$V$	objem	$m^3$
$L$	tělesná výška	cm
$X$	výška	cm
$\rho$	hustota	$g/cm^3$
$\sigma_o$	ohybové napětí	MPa

## Cíle

Cílem bakalářské práce je navrhnout atraktivní design sekačky na trávu, inspirovaný tvarem moderních sportovních vozů. Zvolit vhodný typ travní sekačky (platforma, způsob sekání, pohon). Při tvorbě návrhu zajistit co možná nejlepší ergonomické řešení pro dosažení komfortu konečného uživatele. Vytvořit výkresovou dokumentaci a skutečný model části produktu ve zmenšeném měřítku. V neposlední řadě také zmapovat historii a nabídku v této kategorii na trhu.



# 1.

## 2. Úvod

Sekačka na trávu je specializované zemědělské či zahradnické zařízení, které pomocí jednoho nebo více pracovních nástrojů (převážně se jedná o nože) zarovnávat travnatý nebo obilní (ale i jiný různorodý rostlinný) povrch do jednotné výšky a také sklízí trávu (senoseč) nebo obilí (žně). Starší sekačky bývaly poháněny manuální silou nebo silou zvířete či pomocí traktoru. Moderní sekačky jsou poháněny motorem a liší se zejména výkonem, konstrukcí a způsobem ovládání. Lištové sekačky pak mohou být také integrální součástí jiných větších zemědělských strojů (resp. soustrojí) používaných při sklizni obilí, jako je např. obilní kombajn či samovazný stroj (samovaz). Mohutnější, dražší a výkonnější sekačky, které se používají na větší plochy, tzv. traktúrky, obsluha pohodlně ovládá obvykle s možností posezu.

## 3. Historie

### 3.1. První sekačka na trávu

Podle historických pramenů se první sekačka na trávu zrodila v roce 1830. Tvůrcem byl inženýr Edwin Beard Budding ze Stroudu, v Gloucestershire v Anglii. Inspiraci získal při pozorování strojů v místní textilní továrně. Ty pracovaly na principu rotujících nožů usazených na pevné desce. Nože hladce zastříhávaly pás s látkou, jakmile byla utkána.



Obr. 2.1 První sekačka na trávu (7)

Princip jeho stroje byl v podstatě stejný, jak jej můžeme vidět i dnes na vřetenových sekačkách: proti pevnému spodnímu noži se pohybovaly rotující nože upevněné na vodorovně uloženém válci a při kontaktu pasivní a aktivní části docházelo ke stříhání trávy. Tento systém stříhání trávy „nežvýká“ trávu, jako to do té doby dělaly ovce, nepřetrhává trávu, jako při sečení kosou a nevytváří otřepené konečky trávy, jako je tomu u rotačních sekaček. (7)



## 3.2. Modernizace

Významným zlepšením vzhledu sekaček bylo zavedení strojů s bočními koly. Ačkoliv pocházel nápad z Anglie, tyto stroje byly oblíbené zejména v Severní Americe, kde je tráva hrubší než v Evropě. Na bočních stranách sekaček byla litinová kola, která pomocí vnitřních převodů přímo poháněla žací cylindr s noži. Tyto stroje neměly kovový zadní válec a byly velmi lehké a levné. To napomohlo jejich velké oblíbenosti po celém světě. Britské vřetenové sekačky byly po mnoho let exportovány do nejrůznějších zemí světa, než byla v roce 1868 patentována Amariahem M. Hillsem první vřetenová sekačka v USA. V roce 1870 uvedl Elwood McGuire z Richmondu na trh ručně tlačnou vřetenovou sekačku, která se stala velmi oblíbenou po celých Spojených státech. Do konce roku 1885 jich bylo vyrobeno přes padesát tisíc.

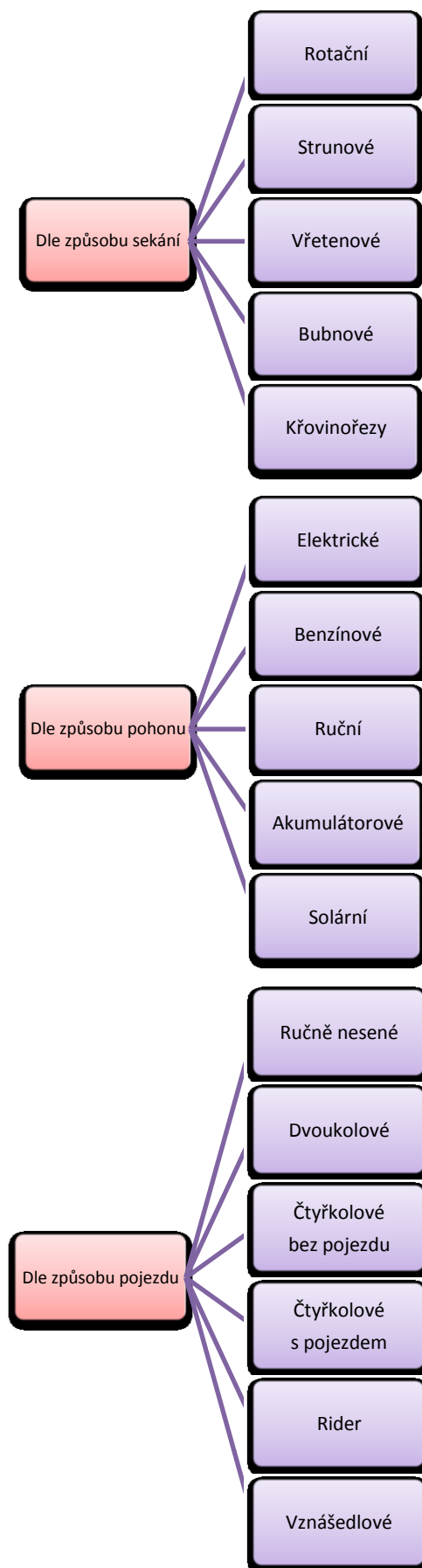


Obr. 2.2 Modernizovaný typ s bočními koly (6)

První sekačky s motorovým pohonem se objevily v 90. letech 19. století, kdy se staly dostupnými benzínové motory i malé parní jednotky. První sekačku s parním pohonem uvedl na trh Brit James Sumner. Tato dvoutunová parní vřetenová sekačka měla záběr 40 palců. Ačkoliv byly po několik let upřednostňovány sekačky s parním pohonem, v roce 1900 trh zcela ovládly sekačky poháněné benzinovými motory. Ransomes, Sims a Jefferies uvedli sekačku na trávu s benzinovým motorem v roce 1902 a trh se sekačkami ovládli do počátku 1. světové války. Ostatní firmy, například Shanks a Greens, produkovaly sekačky také v období 1. světové války.

Po 1. světové válce zažily sekačky na trávu nebývalý rozmach. Technologie pokročily a firmy potřebovaly najít nová odbytiště pro své produkty. Těmi byli zákazníci stěhující se do předměstských oblastí, do domů s malými zahradami. A právě vřetenové sekačky byly ty, jež byly s úspěchem používány k úpravě těchto zahrad po celá 20. až 40. léta. (6)

## 4. Obecné rozdělení sekaček:



Při zpracování následující rešerše jsem vzal v potaz, že mám v plánu vytvořit čtyřkolovou elektrickou sekačku. Právě proto zde nevypisuji speciální typy sekaček jako strunové, bubnové nebo ridery. Vybrané typy sekaček jsou:

## 1 Dle způsobu sekání:

### 1.1 Rotační sekačky

Sekajícím elementem je dvojitá rotující čepel nože. Rotace nože vyvolává vztlakovou sílu, která posekanou trávu přemístí do sběrného koše. Tyto sekačky na trávu používají platformu se čtyřmi kolečky.



Obr. 3.1 Rotační sekačka (14)

### 1.2 Vřetenové sekačky

K řezu dochází mezi rotujícími noži a protibřitem, který je velmi kvalitní a šetrný k udržovanému trávníku, nehodí se však pro vyšší stébla. Tráva není po zastřihnutí roztřepená, zaschne ani zažloutlá.



Obr. 3.2 Vřetenová sekačka (14)

## 2 Dle způsobu pohonu:

### 2.1 Elektrické sekačky

Používají se na menší travnaté plochy jako jsou zahrady a předzahrádky u rodinných domů. Mají nižší výkon než benzínové sekačky. Jejich hlavní nevýhodou je přívodní kabel elektrického proudu. Výhodou je nízká hmotnost a ekologická nezávadnost.



Obr. 3.3 Elektrická sekačka (14)

## 2.2 Benzínové sekačky

Vhodné pro středně velké až velké zahrady díky většímu a robustnějšímu šasi. V porovnání s elektrickými sekačkami jsou náročnější na údržbu. Mají omezený úhel náklonu, jsou nevhodná do svahovitých porostů.



Obr. 3.4 Benzínová sekačka (14)

## 2.3 Ruční sekačky

Při sekání se využívá lidská síla. Používají se především na pečlivě udržované trávníky. Výhodou je tichý chod a ekologická nezávadnost.



Obr. 3.5 Ruční sekačka (14)

## 2.4 Akumulátorové sekačky

Výhodou je absence přívodního kabelu. Dnešní technologie však nenabízí dostatečně výkonnou baterii k sekání větších ploch. Na jednu baterii lze posekat cca 400 m<sup>2</sup> suché a řídké trávy a doba nabíjení je přibližně jedna hodina.



Obr. 3.6 Akumulátorová sekačka (14)

## 2.5 Solární sekačky

K pohonu využívají sluneční energii. Fungují jako robot, který je naprosto soběstačný z hlediska obsluhy. Výhodou je ekologická čistota a možnost intenzivní a pravidelné péče o trávník.



Obr. 3.7 Solární sekačka (14)

### 3 Dle způsobu pojezdu:

#### 3.1 Dvoukolové

Slouží k dosažení velmi kvalitního "anglického" trávníku. Používají se v kombinaci s vřetenovými noži.



Obr. 3.8 Dvoukolová (14)

#### 3.2 Čtyřkolové bez pojezdu

Travní sekačky bez pojezdu jsou vhodnou volbou k udržování malých a středně velkých porostů. Díky své lehkosti jsou dobře ovladatelné a obratné.



Obr. 3.9 Čtyřkolová bez pojezdu (14)

#### 3.3 Čtyřkolové s pojezdem

Pohon zajišťuje motor a obsluha jen určuje směr sekání. Vyspělejší sekačky navíc umí plynule přizpůsobovat rychlost stroje chůzi. Jsou vhodné pro použití na svažité a nerovné terény.

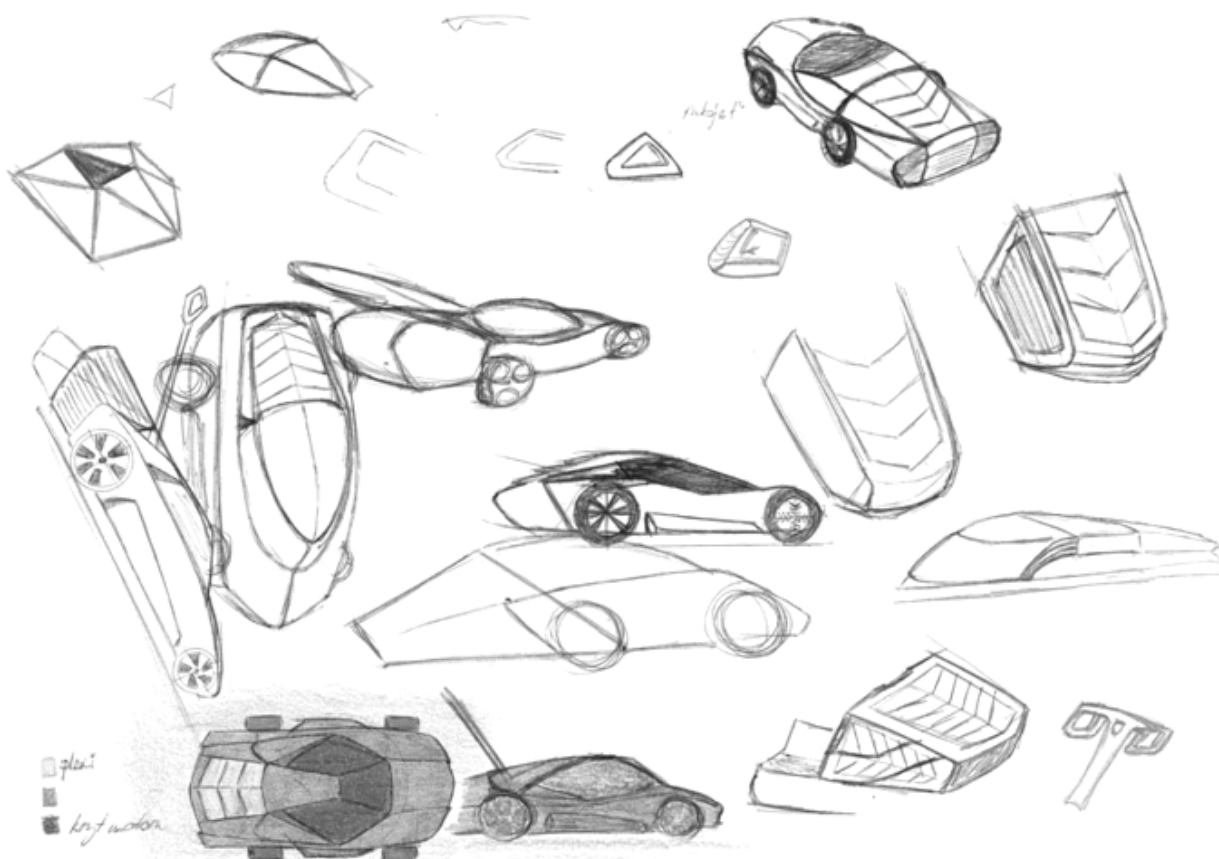


Obr. 3.10 Čtyřkolová s pojezdem (14)

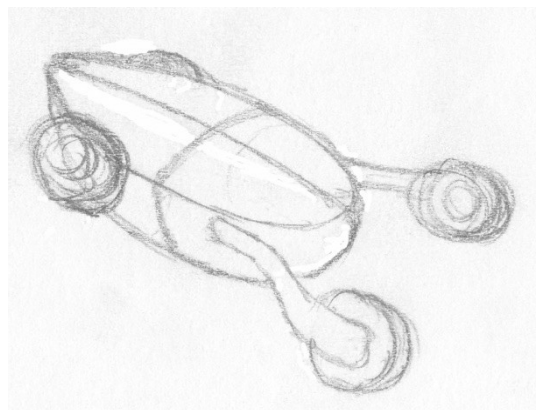
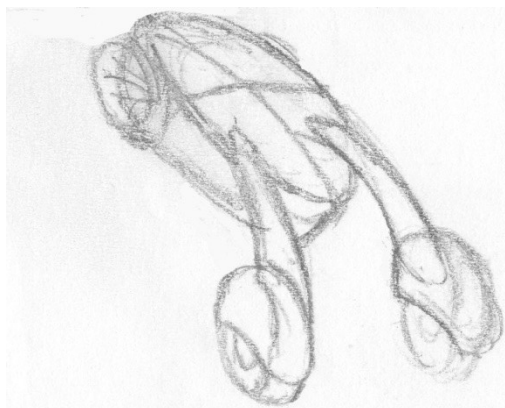
## 5. Návrhy a skici

Praktickou část mé bakalářské práce jsem započal úvahou, proč neudělat z povinnosti zábavu. Chtěl jsem už od počátku vytvořit produkt, který by na první pohled zaujal a výrazněji se odlišoval od běžných sekaček na trávu. Po vyhodnocení, že úprava trávníku je v domácnostech většinou mužskou záležitostí, mě napadlo nechat se inspirovat liniemi sportovních automobilů. Naneštěstí je konstrukce sekačky dalece vzdálená konstrukcím automobilů, a pokud měly být zachovány hlavně funkční vlastnosti, musel jsem mnohdy volit kompromis mezi estetikou a užitnou hodnotou.

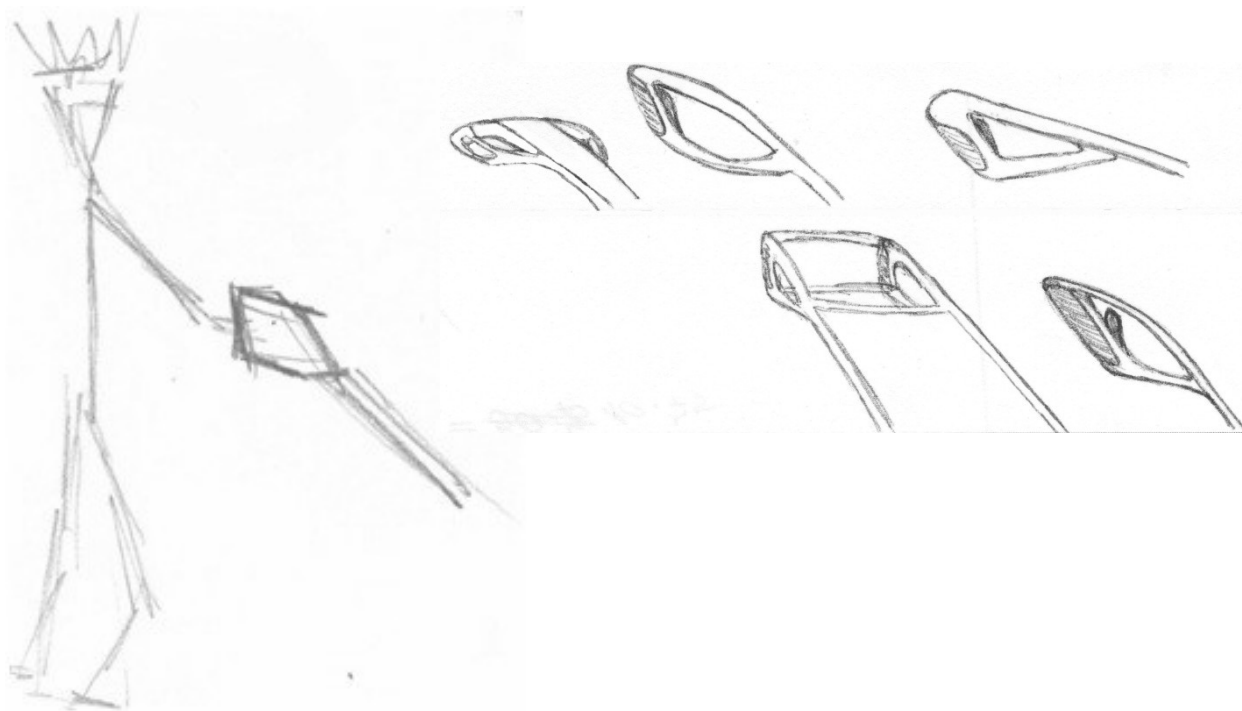
Prvním krokem k přenesení myšlenky v konečné dílo je vytvoření skic, v různých pohledech. Z nich je patrné, že jsem postupně přecházel od hranatých tvarů k zaoblenějším, dokud jsem nevytvořil náčrt, který mne zaujal svými plynulými křivkami, kdy příd' připomíná historické sportovní vozy italských značek.



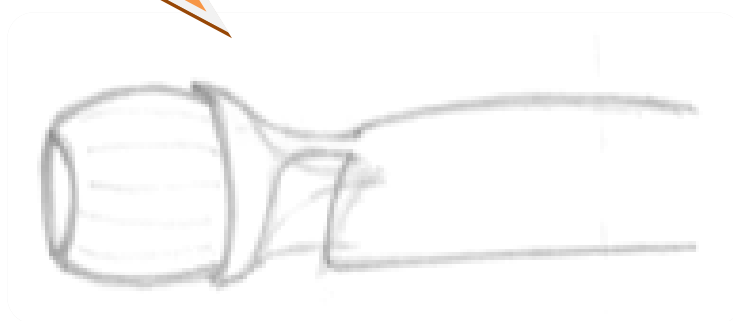
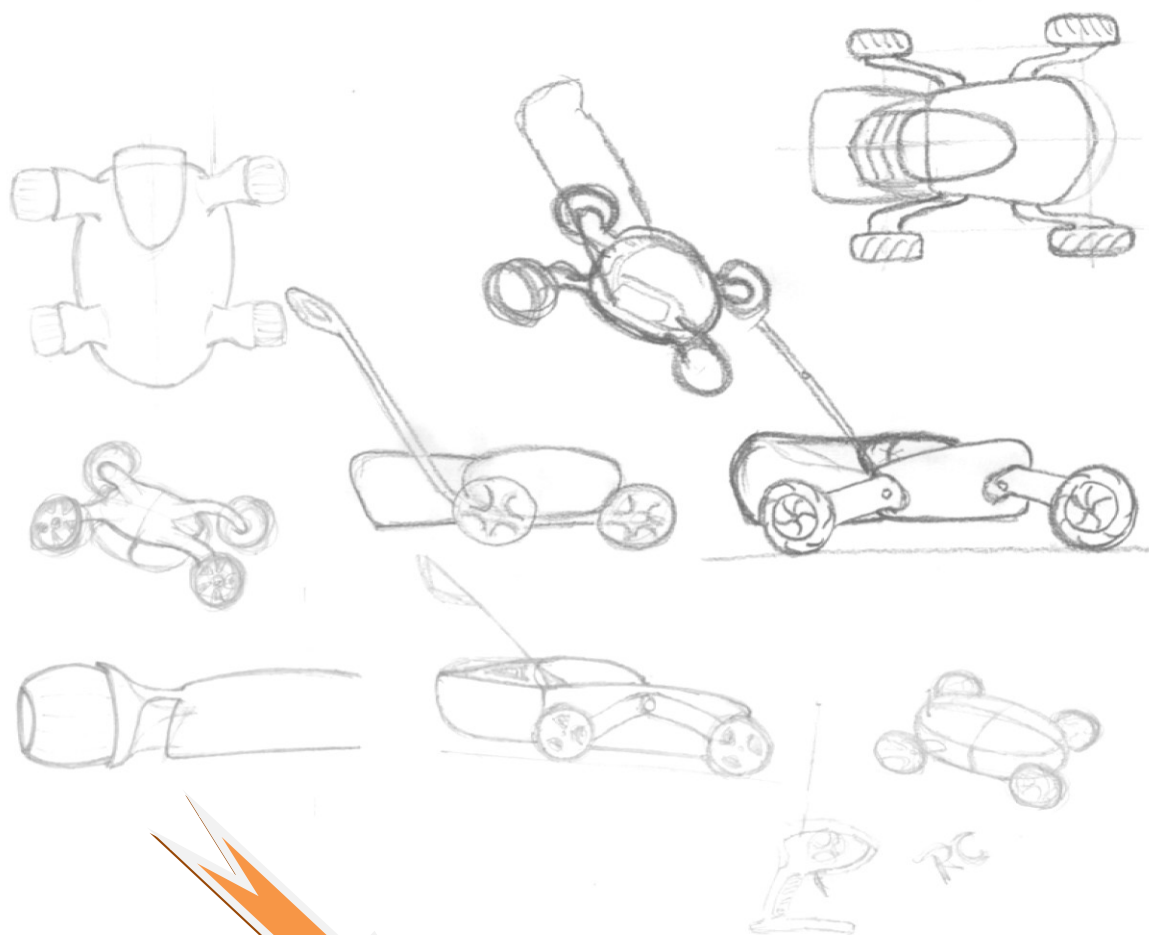
Obr. 4.1 První návrhy tvaru sekačky a dalších částí jako rukojeť, sběrný koš, kryt motoru a kola



Obr. 4.2 Tvar uchycení předních kol inspirovaný tvarem hmyzu



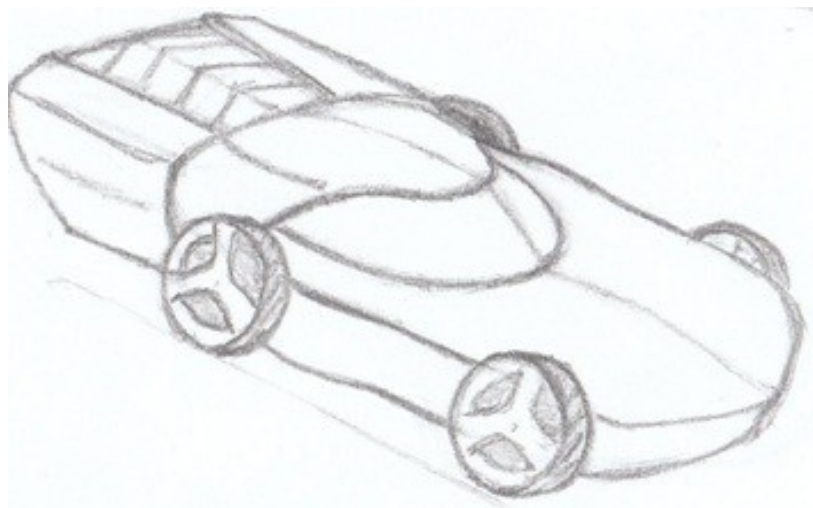
Obr. 4.3 Náznak tvaru a způsobu držení rukojeti



Obr. 4.4 Tvarové řešení umístění kol a zvolený návrh

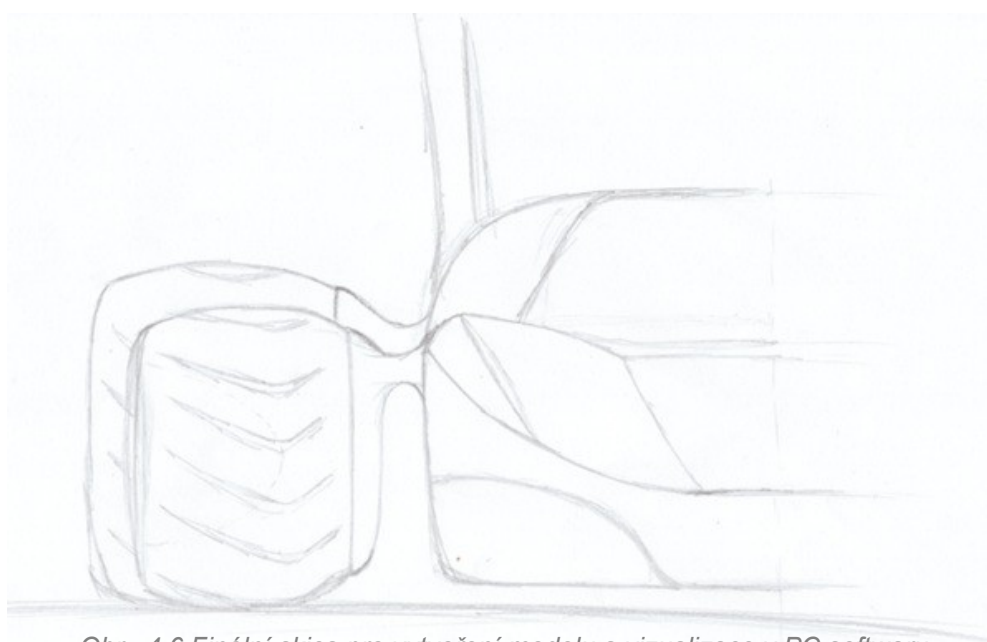


Podle této skici jsem započal s tvorbou pohledů v softwaru AutoCad pomocí 2D křivek, zde jsem také vynesl prvotní rozměry a tvar kol, které se však nakonec od konečného návrhu podstatně liší. Soubor jsem vložil do formátu (DXF), aby jej bylo možné použít pro import do dalších modelovacích softwarů.



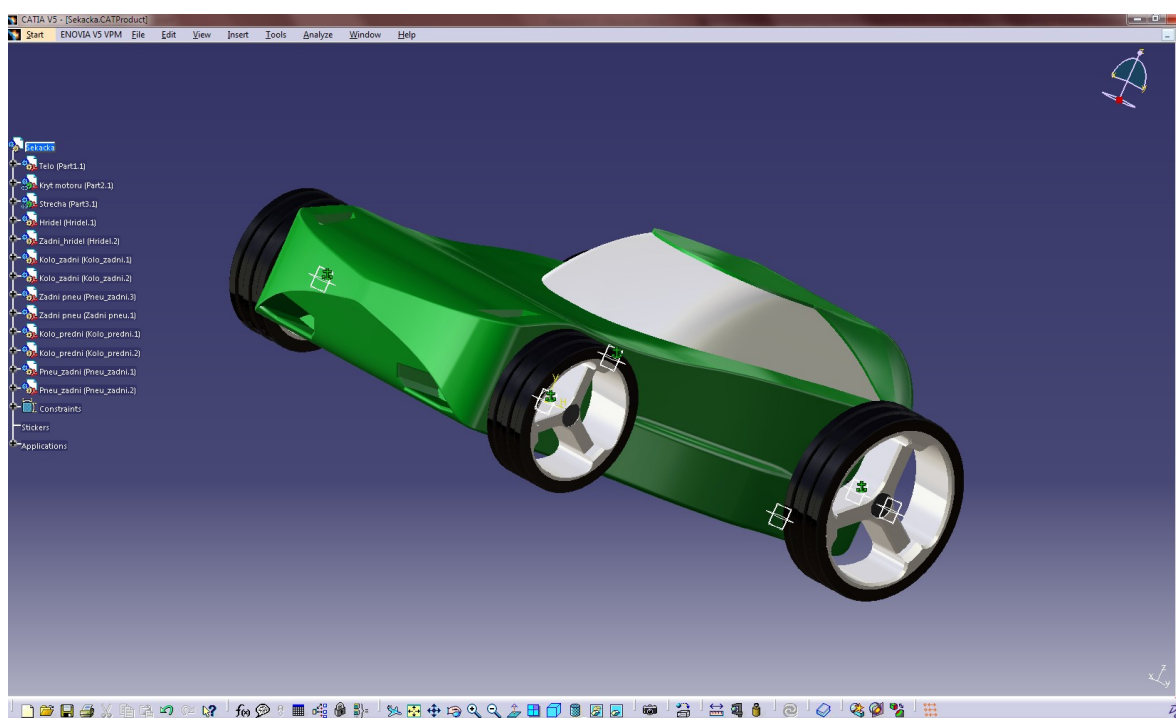
*Obr. 4.5 Návrh, ze kterého jsem vycházel pro vytvoření prvních modelů v softwarech Rhinoceros 4.0 a Catia V5R20*

Na následující skice je zobrazen čelní pohled s novým vzhledem kol. Právě tento náčrt mi sloužil jako předloha k vytvoření předních a zadních kol v počítačových softwarech.



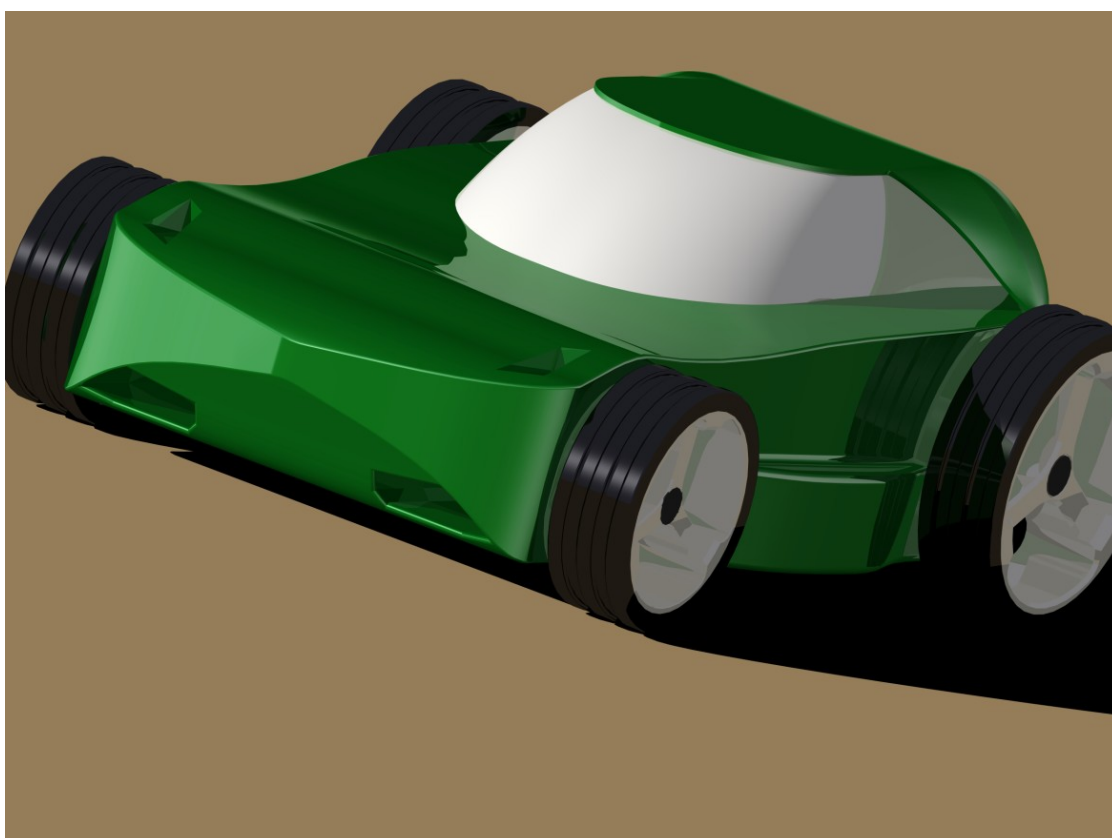
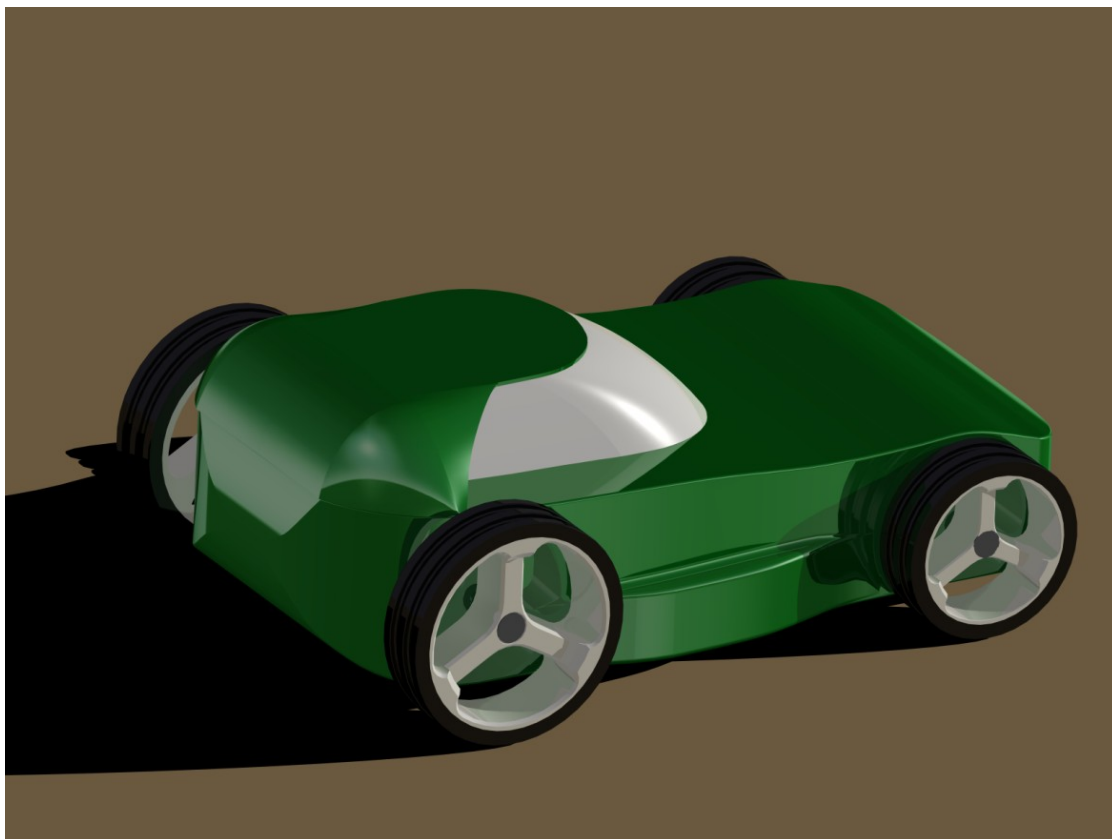
*Obr. 4.6 Finální skica pro vytvoření modelu a vizualizace v PC softwaru*

## 6. První model a vizualizace



Obr. 5.1 Model vytvořený softwarem Catia V5R20

V softwaru Catia V5R20 jsem si vůbec poprvé mohl prohlédnout základní tvar v trojrozměrném prostředí. Na sekače jsou ještě trojpaprsková kola, které jsem později nahradil jiným tvarem.

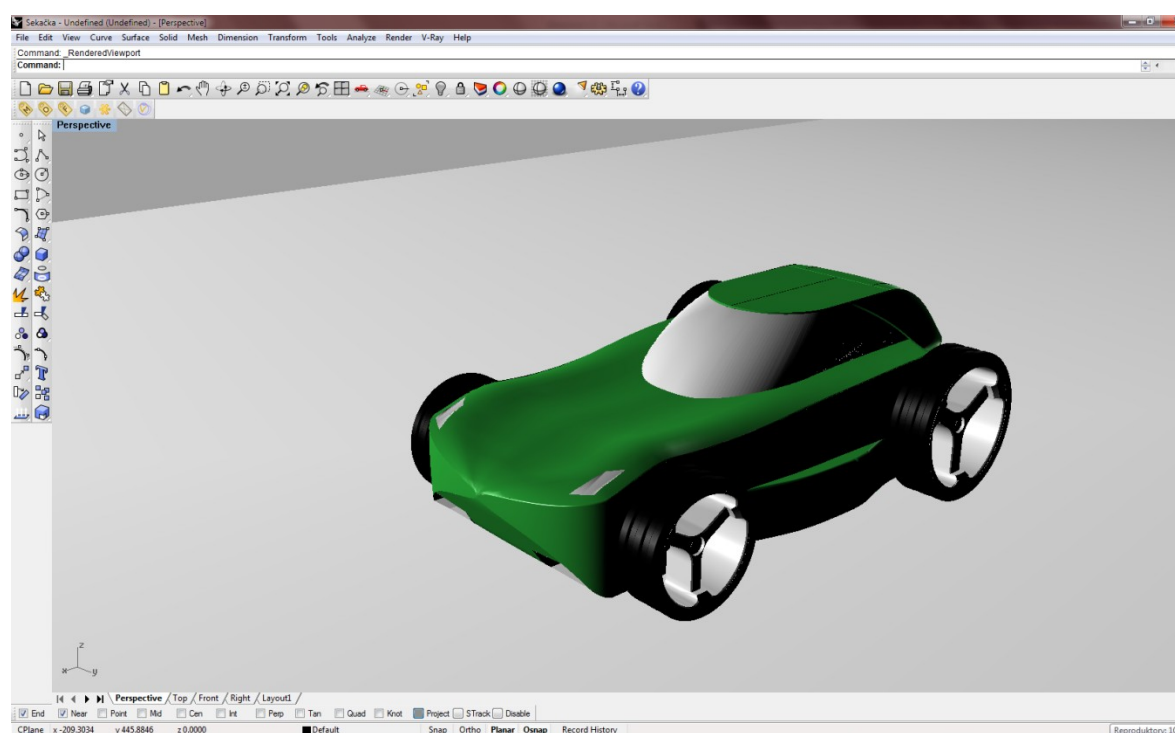


Obr. 5.2a + 5.2b První vizualizace pomocí renderovacího modulu integrovaného v softwaru Catia V5R20

Dále jsem se pustil do modelování stejného tvaru v softwaru Rhinoceros 4.0, který je mi svým ovládáním bližší a srozumitelnější.

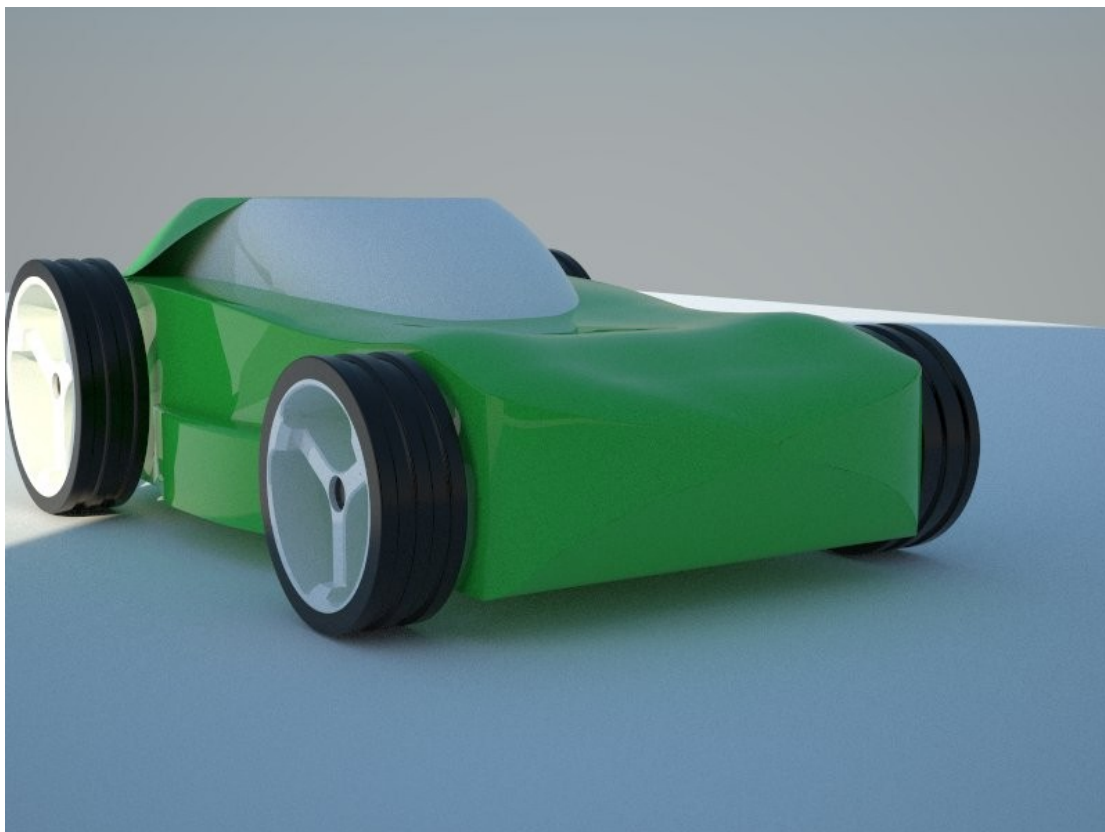
Zde jsem si pomohl zkopírováním vodících křivek z Catie V5R20, což mi podstatně usnadnilo a hlavně urychlilo práci. Poté jsem vytvořil pomocí příkazů pro tvorbu ploch jednotlivé plochy modelu.

Po dokončení modelu jsem se začal zabírat úpravou vzhledu modelu. Velkou většinu ploch jsem zrušil a vytvořil lépe tak, aby logicky navazovaly a sekačka jako celek vypadala po estetické stránce co nejpřitažlivěji.

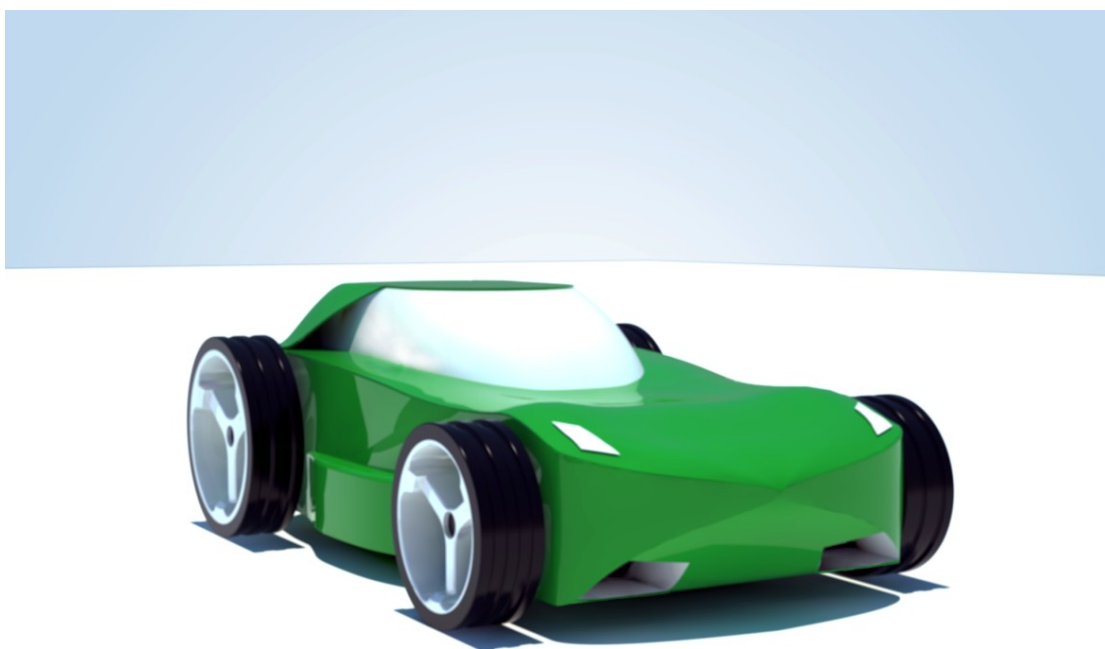


Obr. 5.3 Model vytvořený softwarem Rhinoceros 4.0

Jak lze vypožorovat z obrázků, vizualizace modelu nejsou moc kvalitní, je to způsobeno špatným nasvětlením scény a nastavením renderovacího modulu V-ray. Po nastudování dané problematiky jsou konečné vizualizace na podstatně vyšší úrovni.

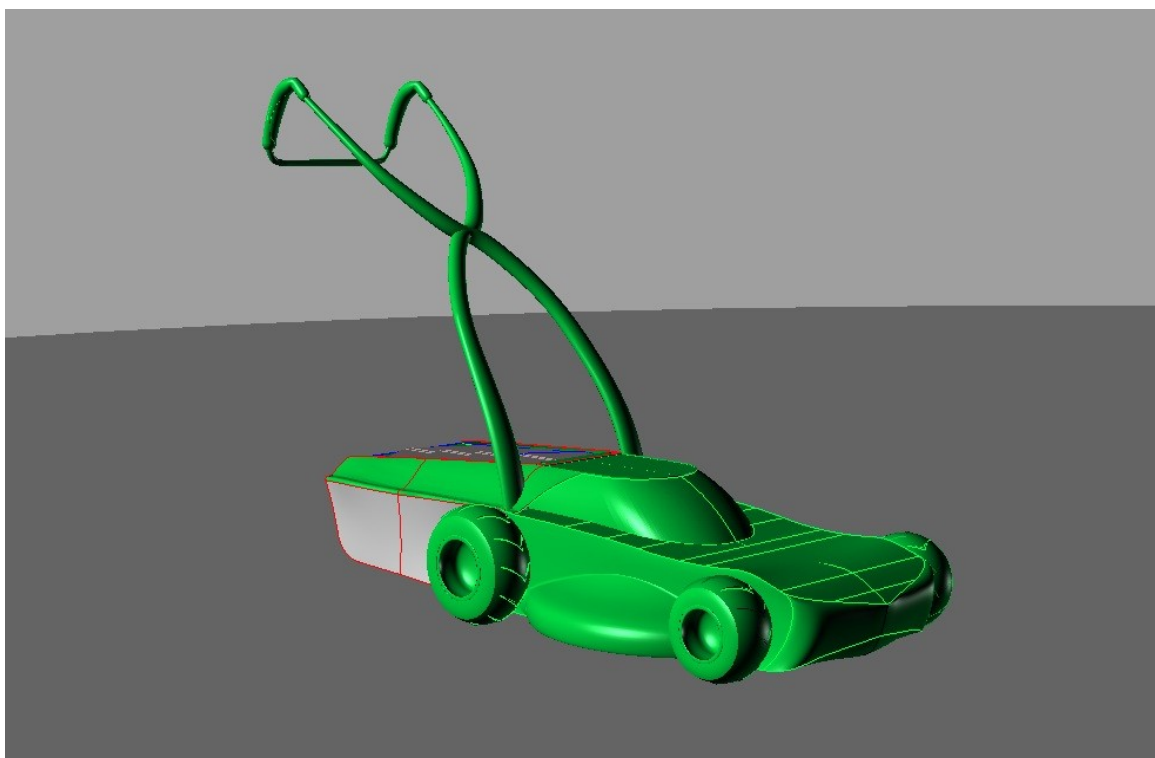


Obr. 5.4 První vizualizace modelu vytvořeného softwarem Rhinoceros 4.0



Obr. 5.5 První vizualizace modelu upravená převzetím designových prvků masky aut

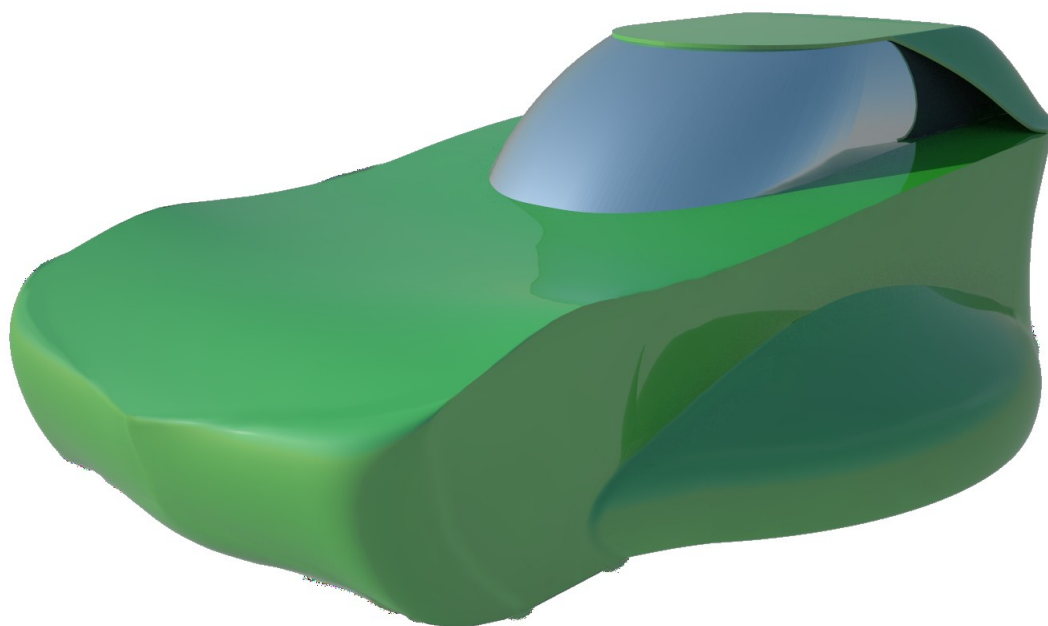
## 7. Finální model a vizualizace



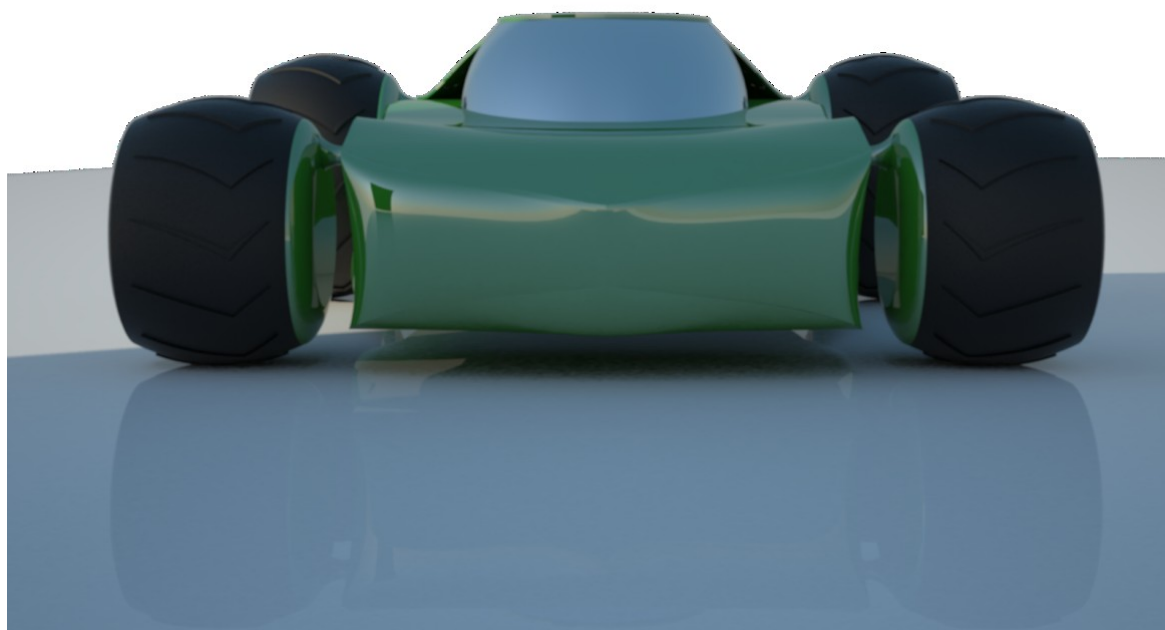
*Obr. 6.1 Vytvořeno pomocí softwaru Rhinoceros 4.0 z prvního modelu vyhlazením a lepším navázáním ploch a vytvořením nového tvaru uchycení kol*

Poté, co jsem vymodeloval tělo sekačky, začal jsem se hlouběji zabývat vzhledem dalších potřebných částí, jako jsou přední a zadní kola, rukojeť, konstrukce řidítek a v neposlední řadě také sběrný koš na posekanou trávu.





*Obr. 6.2 Vizualizace finálního návrhu těla sekačky*



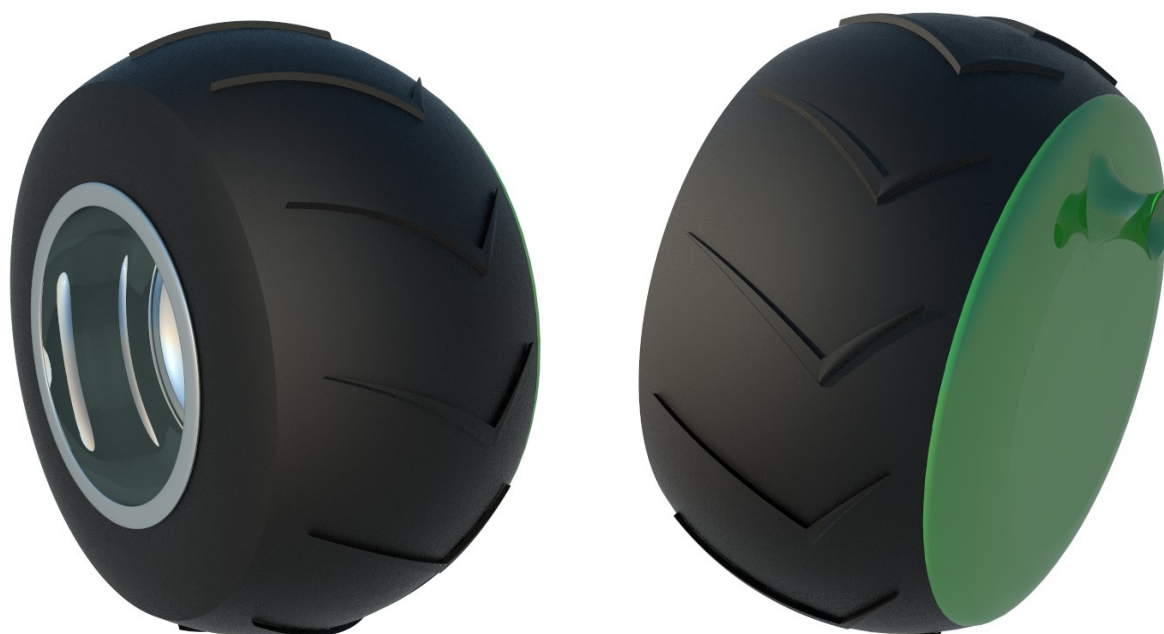
*Obr. 6.3 Kola a další detaily jsem postupně odladil*

## 8. Přední a zadní kola

Inspiraci pro podobu kol jsem čerpal z vesmírných vozítek používaných k průzkumu povrchu Marsu. Tato kola mi připadají zvláště vhodná v případě, kdy je tráva trochu vyšší. Jejich šířka a materiál z pryže totiž trávu „neumačká“ tak jako v případě plastových koleček používaných na běžných sekačkách. Hlavním prvkem, který zaujme, je samotné uchycení kola k tělu, neboť není souosé, ale osa uchycení je posunuta směrem nahoru od osy kola.



Obr. 7.1 Mars Rover - vozítko zkoumající povrch planety Mars (14)



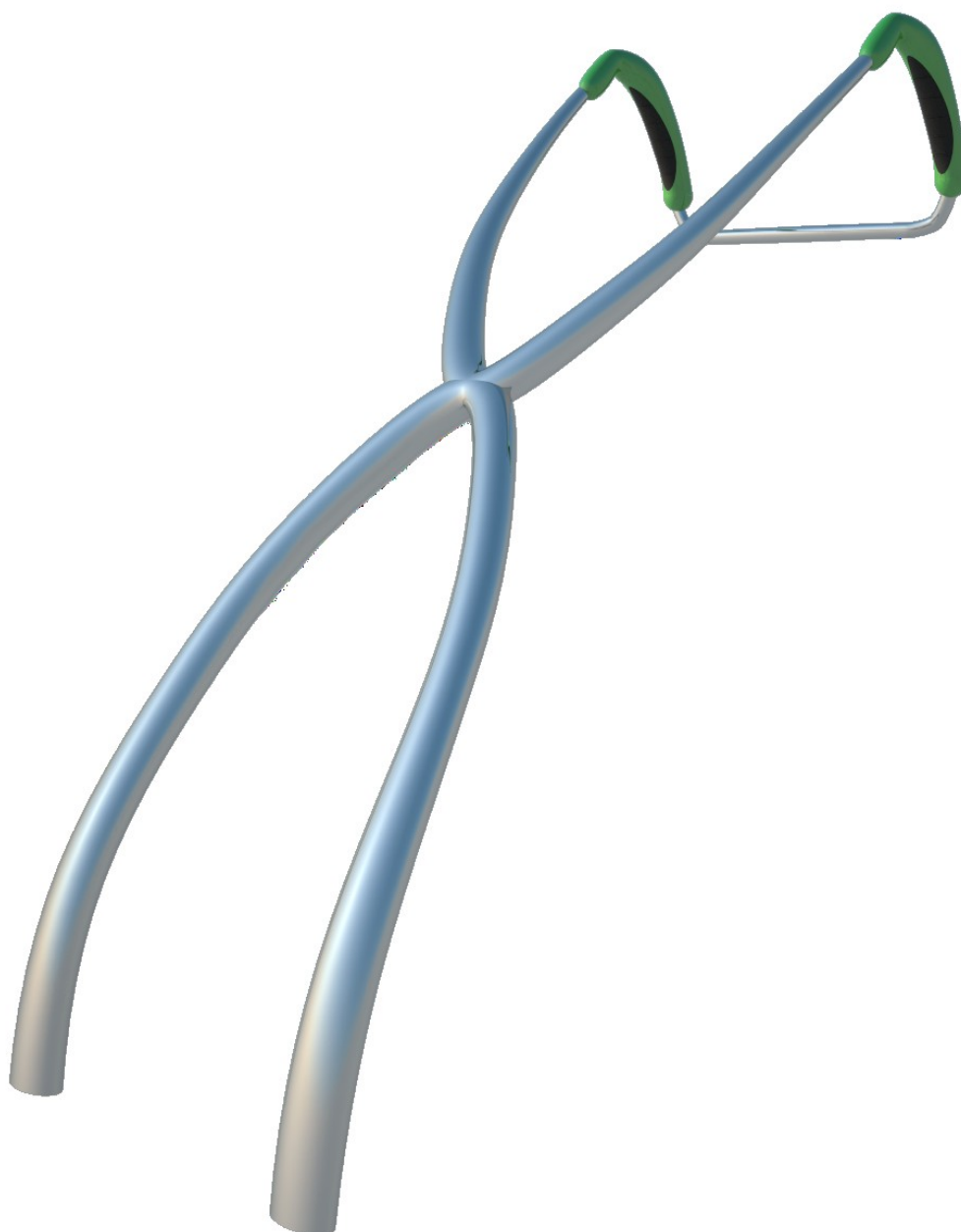
Obr. 7.2a + 7.2b Tvar kol s vyoseným uchycením k tělu sekačky



## 9. Řidítka a rukojeť

### 9.1. Řidítka

Pro manipulaci s vlastní sekačkou jsem po zvážení zvolil oválný tvar řidítek, který se odspodu nahoru zužuje. Tento profil je zajímavější než klasický kulatý. Zúžení jsem zvolil tak, aby se madlo na konci příjemně drželo a nebylo moc silné. Naopak dole je profil širší, aby tělo nepůsobilo mohutným dojmem. Spojením trubek do tvaru „X” svařením jsem zamýšlel docílit vysoké tuhosti celé konstrukce.



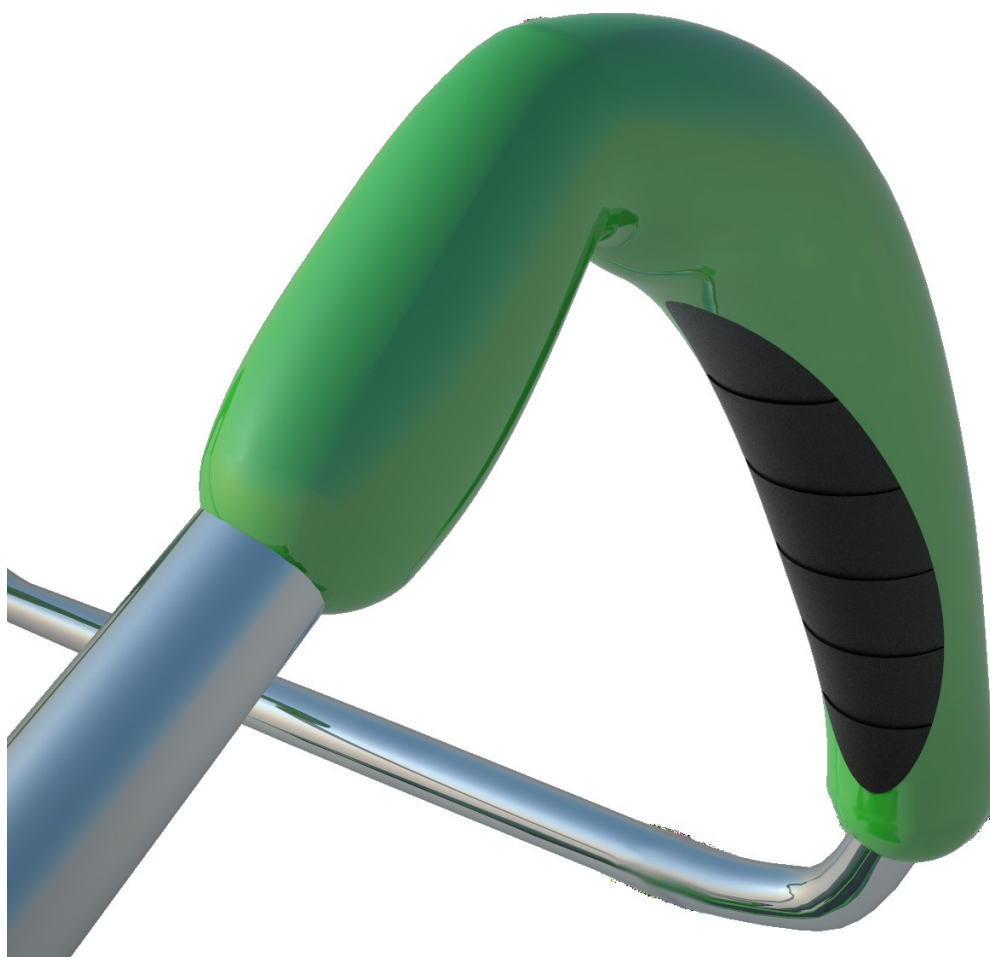
Obr. 8.1 Tvar řidítek ve tvaru "X" pro větší tuhost působí jako netradiční prvek

## 9.2. Rukojeť

U tvaru rukojeti mi šlo o dosažení co největší univerzálnosti vzhledem k výšce uživatele. Bylo proto důležité zvolit dostatečně široké rozmezí výšky úchopu. Při rozhodování, zda zvolit horizontální nebo vertikální rukojeť mě ovlivnily tyto faktory:

- 1) horizontální držení podobně jako držení volantu,
- 2) větší výškové rozmezí uživatelů,
- 3) pocitové příjemnější a přirozenější držení

Jako bezpečnostní prvek je pod černou rukojetí umístěn mikrospínač, který v případě uvolnění dlaně okamžitě vypne přívod elektrické energie a vypne motor sekačky.



Obr. 8.2 Na detailu je jasně patrné drážkování na měkčené části rukojeti pro větší komfort

## 10. Koš na trávu

Po zpracování stěžejních částí modelu jsem se začal věnovat návrhu koše na posekanou trávu. U tohoto dílu jsem se soustředil na co možná nejladnější napojení na vlastní tělo sekačky a současně na zachování rozumného objemu koše. Je pravda, že velkým objemem tento model nedisponuje, je to však daň za designové řešení sekačky jako celku.

Na první pohled zaujme průhledné žebrování inspirované kryty motorů, které se u sportovních aut nacházejí uprostřed vozu, hned za posádkou. Zároveň tento prvek slouží k jednoduché kontrole naplněnosti koše. Horní část koše navazuje tvarově i barevně na tělo sekačky a je na ní použit i stejný materiál, zatímco spodní část je z důvodu úspory hmotnosti navržena ze syntetického textilu. Uchycení koše na sekačku se provede nasazením na tyče řidítek.

### 10.1. Výpočet objemu koše

Objem je veličina, která vyjadřuje velikost prostoru, kterou těleso zabírá.

Symbol veličiny:  $V$  (z anglického: volume)

Základní jednotka: metr krychlový

Značka jednotky:  $m^3$

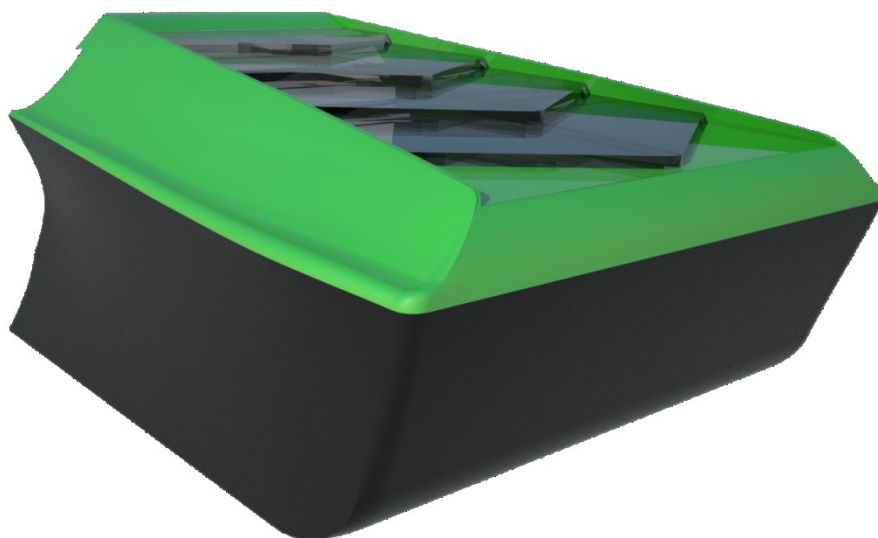
Vzorec pro výpočet objemu kvádra, kterému se tvar koše nejvíce podobá:  $V = a \cdot b \cdot c$

$$V = a \cdot b \cdot c$$

$$V = 3,75 \cdot 3,6 \cdot 2,2 \text{ dm}^3$$

$$V = 29,7 \text{ dm}^3 = 29,7 \text{ l}$$

Výpočtem jsem zjistil objem koše, který má hodnotu 29,7 l.



*Obr. 9.1 Koš s praktickým průhledným plexisklem ke snadnému zjištění naplněnosti*

Po dokončení všech uvedených částí jsem je vzájemně spojil v jeden celek a doladil proporce do finální podoby. Například bylo třeba kvůli širokým kolům zvětšit šířku záběru sekání, aby sekačka posekala trávu i na okrajích zatravněné plochy. Zvětšení šířky záběru si zase vyžádalo rozšíření rozchodu náprav.



*Obr. 9.2 Vizualizace finálního návrhu sekačky na trávu*

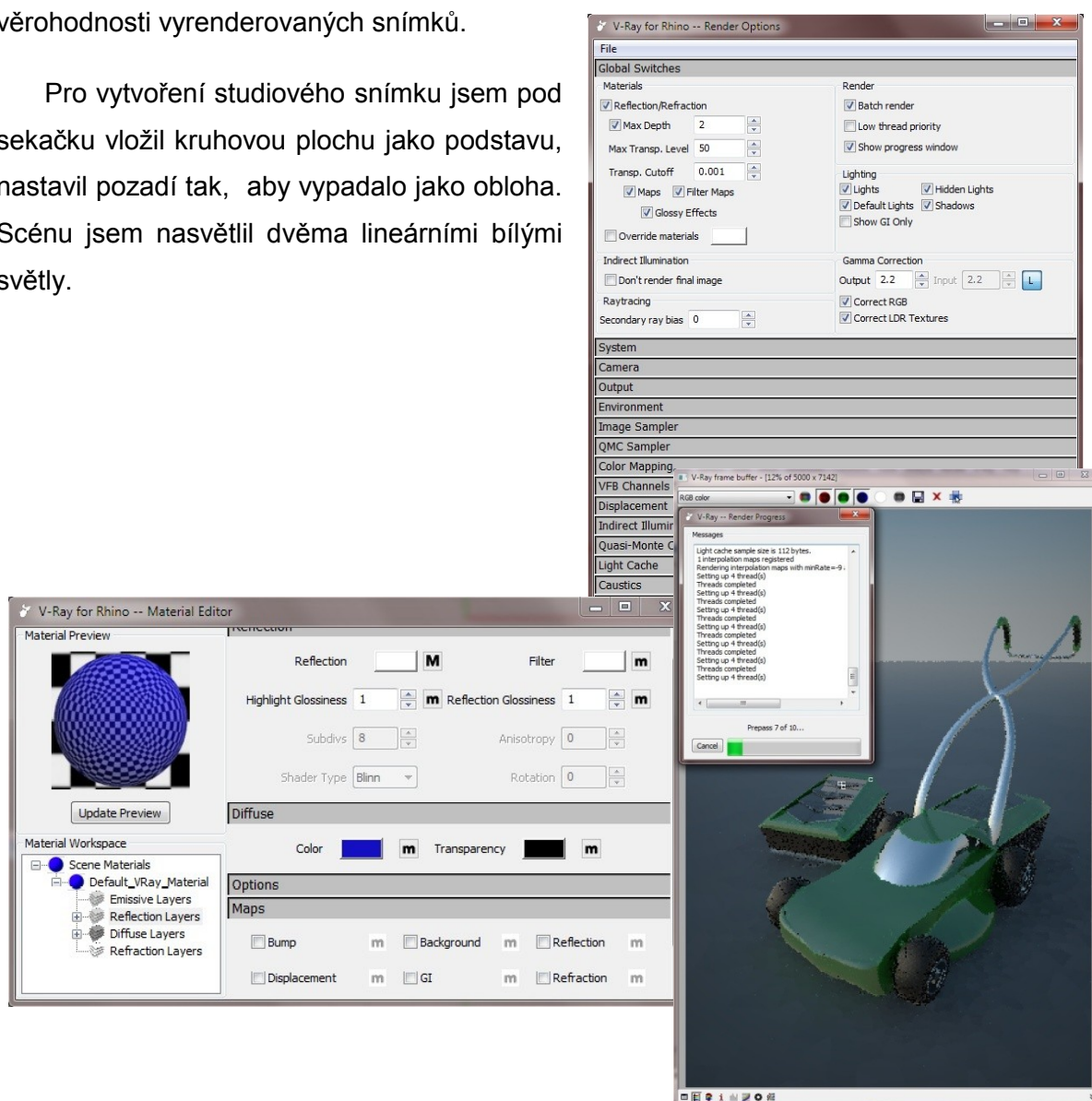


*Obr. 9.3 Vizualizace sekačky na trávu a pohled na sběrný koš*

## 11. Renderování

Po úspěšném dokončení modelu v programu Rhinoceros 4.0. bylo zapotřebí vytvořit vizualizace konečného návrhu. Vizualizace slouží převážně k prezentaci nových výrobků před jejich zařazením do výrobního procesu. Jsou lépe srozumitelné pro laickou veřejnost než např. výkresová dokumentace. Výhodou je možnost „umístit“ produkt do prostředí, kde bude používán (např. při vizualizaci automobilu použijeme jako pozadí cestu nebo kávovar umístíme na kuchyňskou linku). Pro vizualizaci mé práce jsem použil zásuvný modul pro Rhinoceros 4.0 s názvem V-Ray. Tento program umožňuje nastavení prostředí, světel, stínů a odrazů lépe než standardní modul Rhinocerosu 4.0. Tím je docíleno větší věrohodnosti vyrenderovaných snímků.

Pro vytvoření studiového snímku jsem pod sekačku vložil kruhovou plochu jako podstavu, nastavil pozadí tak, aby vypadalo jako obloha. Scénu jsem nasvětlil dvěma lineárními bílými světly.



Obr. 10.1 Dialogová okna modulu V-Ray pro nastavení scény, materiálu a renderovací okno

## 12. Materiálové řešení

Pro tělo sekačky jsem shledal jako nejvhodnější materiál plast, a to převážně pro jeho variabilní tvarovatelnost a nízkou hmotnost. Ta je důležitá, neboť u tohoto modelu se nepočítá s použitím pojezdu. Při volbě materiálu dále hrálo roli i široké spektrum barevného provedení, cena a odolnost. Alternativou k plastu by mohl být karbon nebo slitina hliníku (zejména pro nosné části kostry), tyto materiály by však podstatně zvýšily výrobní náklady. Řídítka jsou navržena jako ohnutá a svařená ze slitiny hliníku - duralu. Rukojeť je vytvořena ze dvou materiálů, větší díl je plastový a styková plocha je z důvodu zvýšení bezpečnosti pogumovaná. Pryžové pneumatiky jsou navulkanizovány na plechovém kroužku. Další díly kola kromě válečkového ložiska jsou plastové.

## 13. Barevné řešení

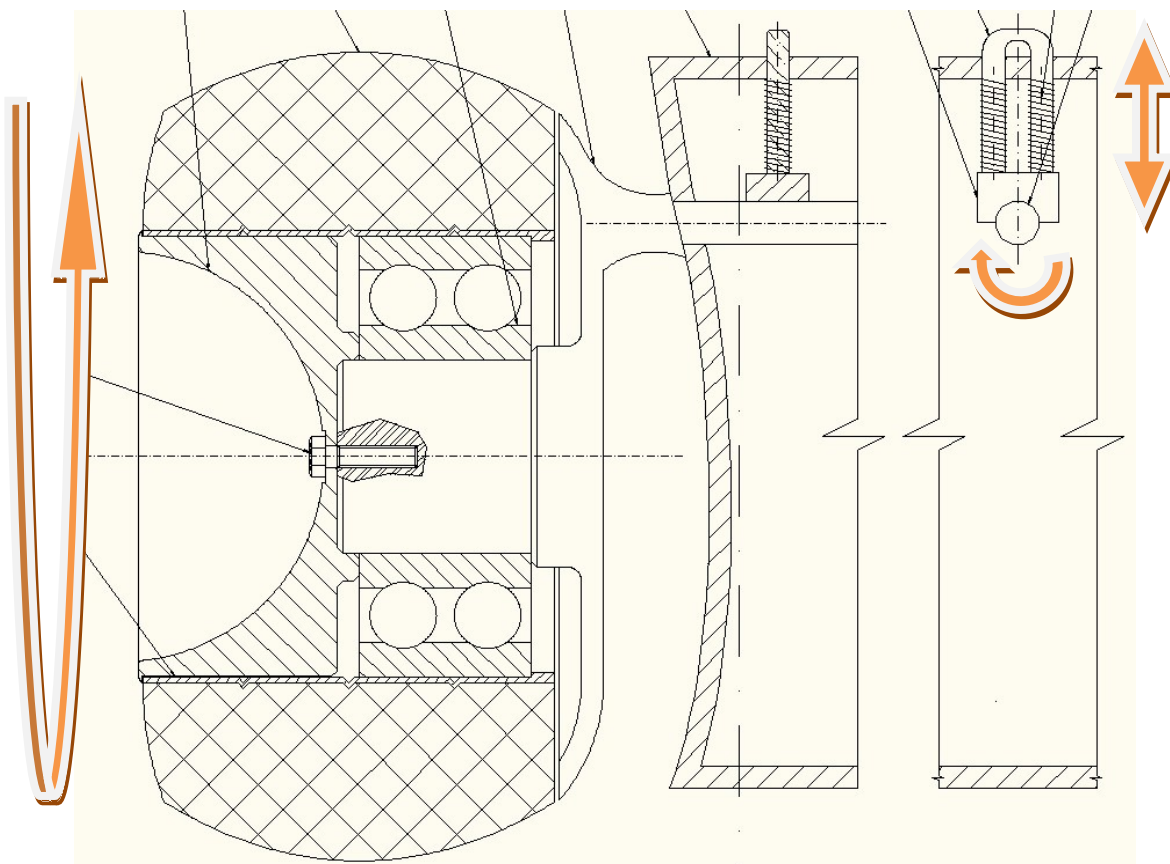
Kryt motoru a středy kol jsou navrženy ve stejné barvě jako řídítka. Tuto barvu jsem volil jako kontrast k barvě vlastního těla sekačky. Cílem bylo oživit celkové vyznění modelu kontrastními barvami.



Obr. 12.1 Barevné varianty jsou díky použití plastu téměř neomezené



## 14. Uložení kola a nastavení výšky sekání



Obr. 13.1 Uložení předního kola a znázornění principu nastavení výšky sekání

Nastavení výšky sekání jsem vyřešil pomocí pružinového mechanismu, na jehož konci je nasazen zámek odpovídající tvaru hřídele. Hřídel má profil 12-ti stěnu a spojuje obě kola. Tento princip se jevil jako logický, protože jsem využil potenciál vyoseného středu kola. Pružiny jsem volil podle síly stisku lidské dlaně, která činí 30 N.

Pomocí matematického výpočtu jsem zjistil rozmezí výšky sečení. Pokud otočíme 12-ti stěnu do druhé polohy, pootočíme kolo o 30°. Pokud je výška 12-ti stěny od země ve výchozím stavu 115 mm, pak se ve druhé poloze změní takto:

$$\cos 30^\circ = \frac{L}{115} \rightarrow L = 115 \cdot \cos 30^\circ \cong 100 \text{ mm}$$

Pokud byl původně nůž ve výšce 35 mm nad zemí, pak po pootočení 12-ti hranu je pouze 20 mm.

Pryžová pneumatika, navulkanizovaná na skružený plech, je uložena na válečkovém ložisku pro lepší třecí vlastnosti a pohodlnější sekání. Ložisko je proti nečistotám chráněno plastovou krytkou zajištěnou šroubem.



## 15. Provedení ergonomické rozvahy

Pro co nejlepší přizpůsobení pracovního stroje schopnostem a možnostem člověka je při návrhu potřebné se zabývat:

- 1) rozměrovým řešením pracovního místa,
- 2) tvarem a umístěním ovladačů a sdělovačů,
- 3) dalším vybavením pracoviště,
- 4) hlediskem estetiky.

Rozměrové řešení

- má respektovat pohlaví a věk uživatele a snažit se o maximální variabilitu,
- pracovní polohu - v mém případě se jedná o chůzi,
- pohybový prostor,
- zorné podmínky,
- speciální podmínky jako je hmotnost nebo rozměry stroje nebo bezpečnostní rizika.

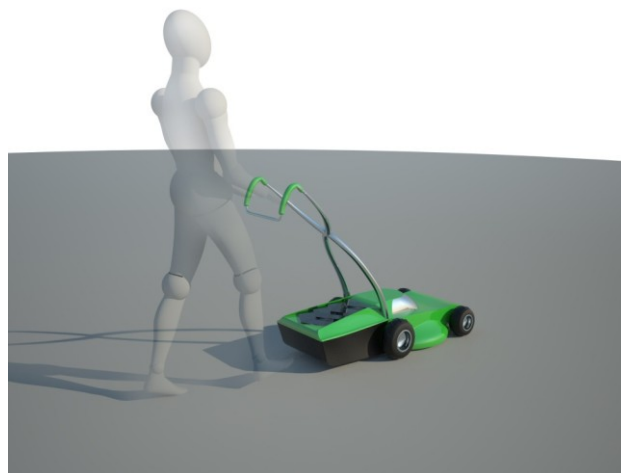
Ideální stroj z hlediska ergonomie je takový, který při obsluze umožňuje držení těla, které nebrání přirozené poloze a tvaru páteře, končetinám v symetrické poloze a hlavě v přirozené vzpřímené poloze.

**Výhody stoje vůči sedu:**

- možnost střídání poloh,
- větší dosah končetin,
- větší síla,
- větší bdělost,
- možnost rychlého úniku.

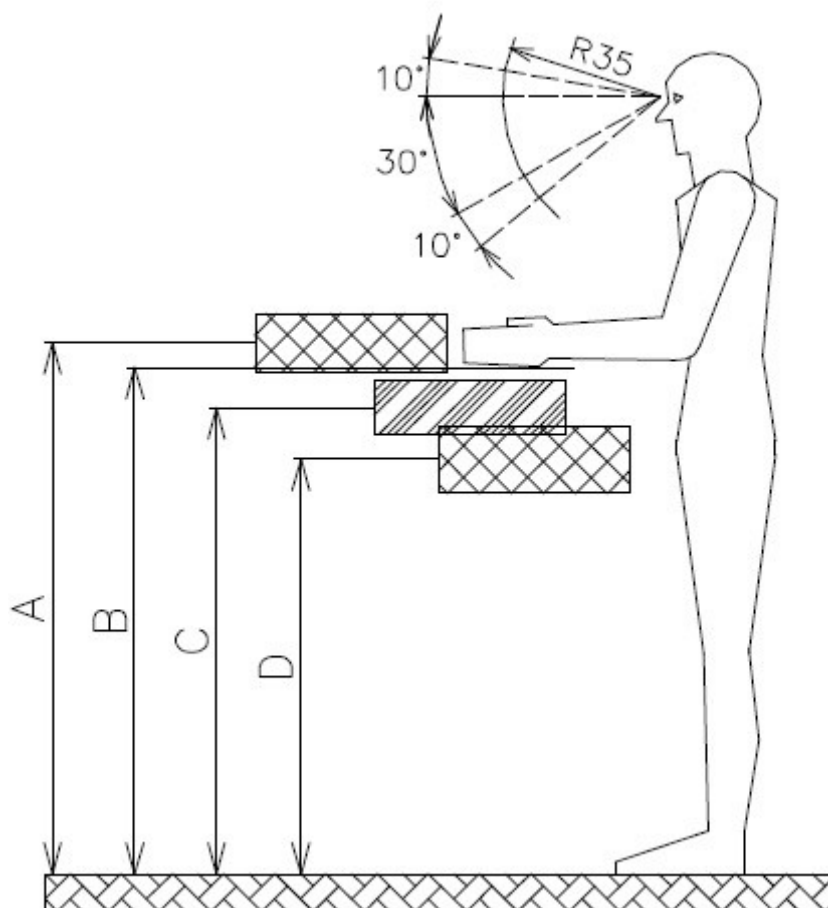
**Nevýhody stoje vůči sedu:**

- obtížnost při konání přesných a jemných prací,
- obtížné ovládání pedálů,
- větší fyzická námaha.



Obr. 14.1 Ergonomie pohodlného držení a "neokopávání" koše

Určení základních rozměrů pracovního místa: výšku je třeba přizpůsobit velikosti vynakládané síly, velikosti a tvaru manipulovaného předmětu, náročnosti zrakových podmínek a výšce lidské postavy.



Obr. 14.2 Rozsahy výšky pracovní plochy a zorného úhlu ve vzpřímeném postoji (1)

Označení	Rozměr (cm)		Charakteristika rozměru
	Muž	Žena	
A	112 - 125	100 - 110	Pro jemné a přesné práce, vysoké požadavky na zrakovou kontrolu, práce s podepřenými lokty.
B	113	113	Horní čelist svěráku při zámečnické práci, výška nářadí při strojové práci.
C	98 - 110	90 - 97	Ruční práce bez přesné zrakové kontroly, práce vyžadující zručnost s volnými lokty, se zvýšenými požadavky na sílu a pohybový rozsah.
D	85 - 100	75 - 95	Práce při manipulaci s těžkými předměty vyžadující větší svalovou sílu (těžší zámečnické práce).

Rozměry jsou stanoveny pro muže výšky 185 cm a ženy výšky 166 cm.

Pro odhad pracovní výšky slouží empirický vzorec:

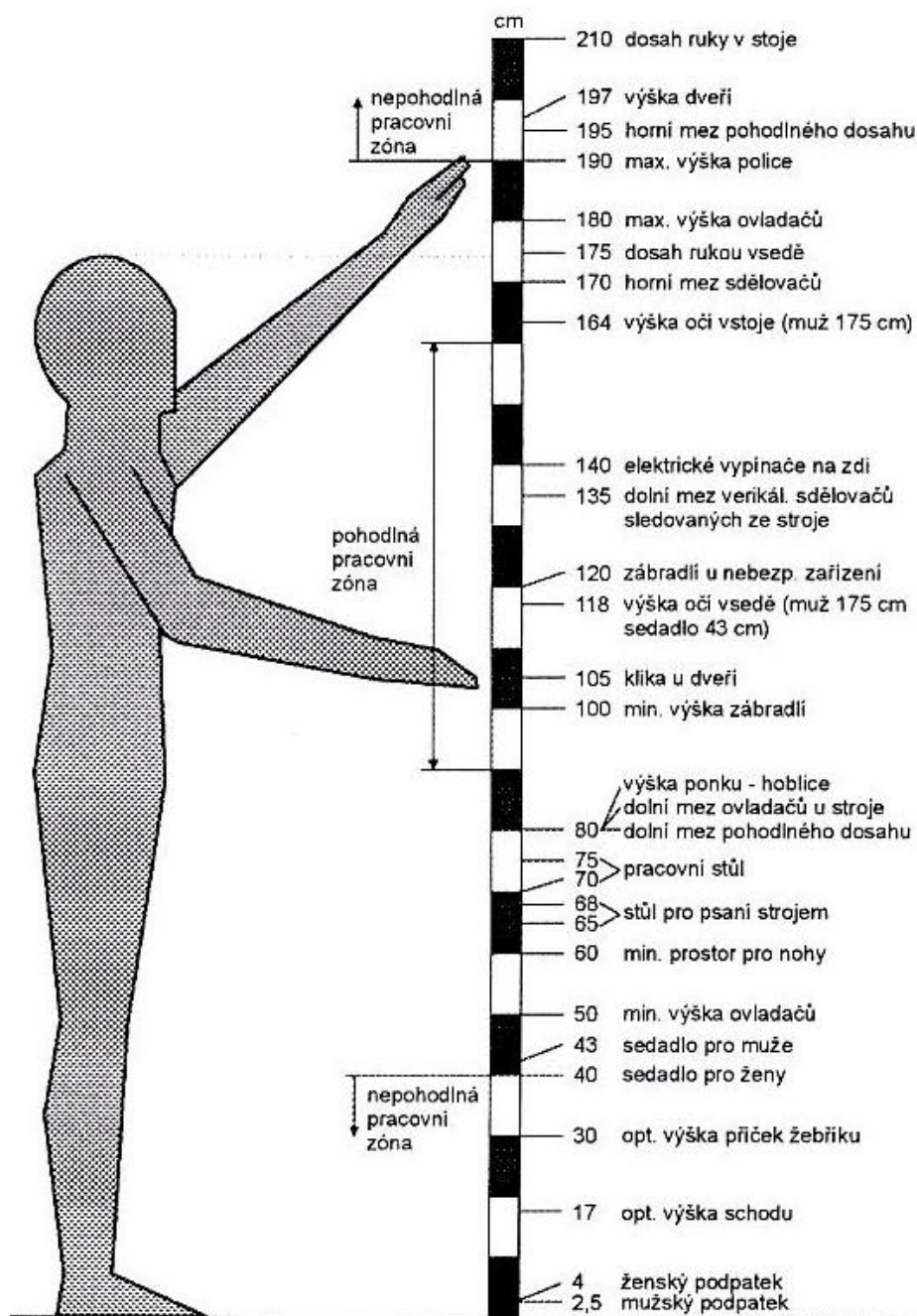
$$X = 0,6 \cdot L$$

kde X ... pracovní výška

$$X = 0,6 \cdot 175 = 105 \text{ cm}$$

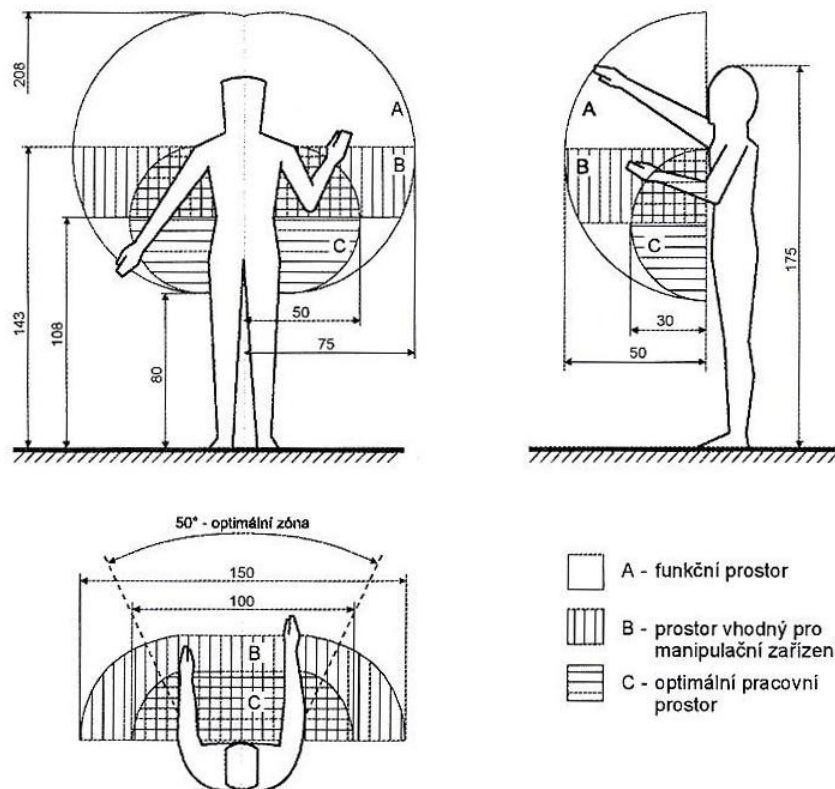
L ... tělesná výška postavy

Manipulační prostory: u stroje při manipulaci a pracovní činnosti rukou.  
Rozměry jsou uvažovány pro muže vysokého 175 cm.



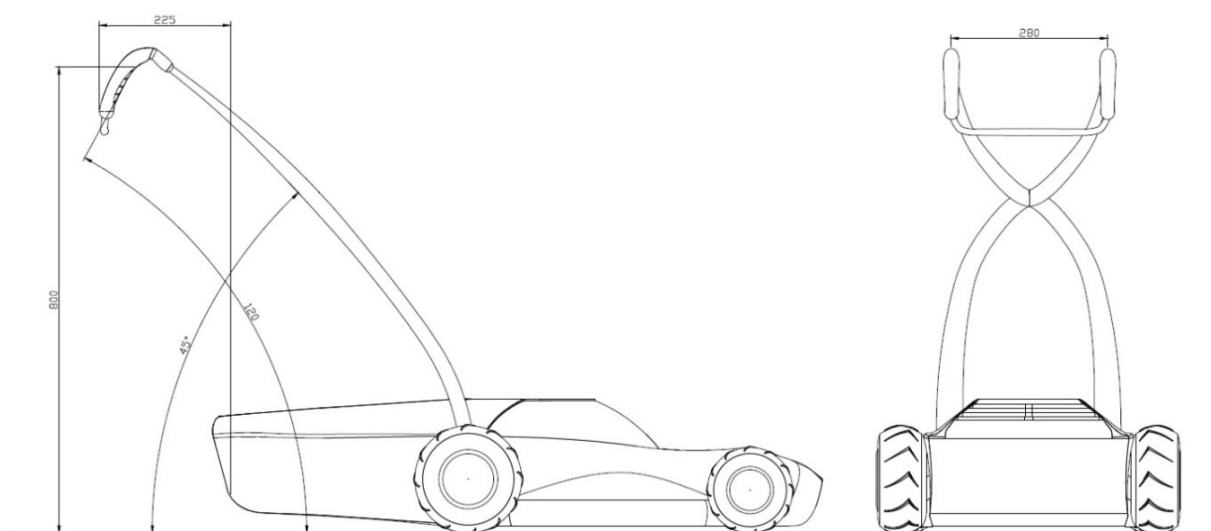
Obr. 14.3 Výškové údaje pro manipulaci (1)

- Průnik oblastí B a C - jemná mechanická práce náročnější na vizuální kontrolu.
- B a C - umístění ovládacích a sdělovacích prvků strojů, oblast manipulace.
- A - funkční prostor maximálního dosahu paží ze vzpřímeného postoje. (1)



Obr. 14.4 Manipulační prostory u stroje (1)

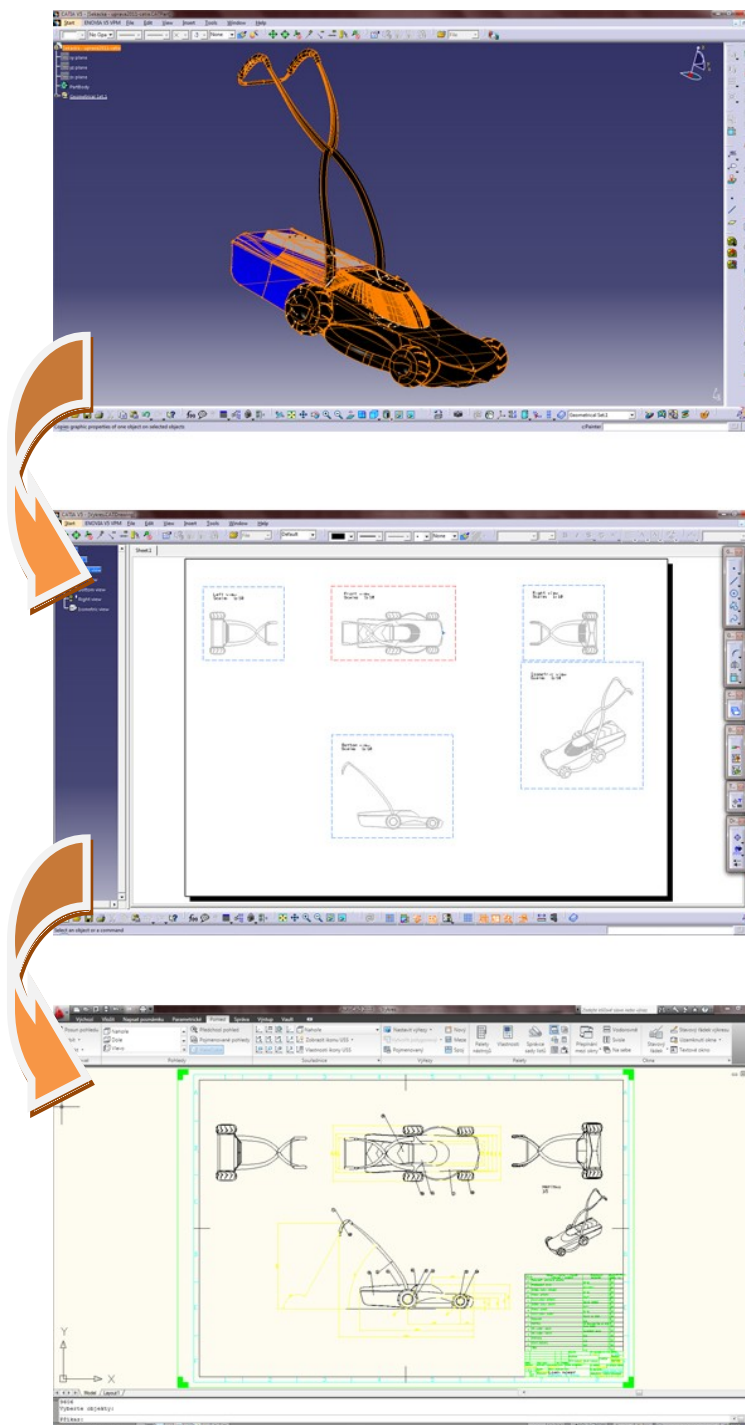
Pro správný návrh rozměrů a umístění rukojeti jsem vycházel z rozměrové oblasti B - prostor vhodný pro manipulaci zařízení.



Obr. 14.5 Zakótované pozice rukojeti

## 16. Tvorba výkresové dokumentace

Výkres sestavy jsem zpracoval pomocí softwaru AutoCad 2010. Rozhodl jsem se tak poté, co jsem importoval finální model z Rhinocerosu 4.0 do Catie V5R20. Při tvorbě výkresu v Catii se totiž vyskytl problém se složitými plochami, které vytvořily změť čar. V AutoCadu 2010 jsem tedy ze všeho nejdříve musel pohledy "vyčistit" a až poté výkres dokončit.



Obr. 15.1 Postup tvorby výkresové dokumentace



## 17. Kontrola nosnosti zavěšení kol

Ke zjištění únosnosti osy kol jsem použil metodu konečných prvků. Tuto výpočetní metodu podporuje grafický software Inventor 10.

Metoda konečných prvků (dále jen „MKP“) je numerická metoda sloužící k simulaci průběhů napětí, deformací, vlastních frekvencí, proudění tepla, jevů elektromagnetismu, proudění tekutin atd. na vytvořeném fyzikálním modelu. Princip této metody spočívá v diskretizaci spojitého kontinua do konečného počtu prvků, přičemž zjišťované parametry jsou určovány v jednotlivých uzlových bodech. MKP



Obr. 16.1 Model kola

je užívána především pro kontrolu již navržených zařízení, nebo pro stanovení kritického místa konstrukce. Ačkoliv jsou principy této metody známy již delší dobu, k jejímu masovému využití došlo teprve s nástupem moderní výpočetní techniky.

Nejdříve jsem exportoval model kola, který jsem měl zpracovaný v softwaru Rhinoceros 4.0. Ten jsem uložil do formátu STEP, který Inventor 10 podporuje. Model kola je tvořen plochami a ty jsem pomocí funkce "sešít" spojil v objemové těleso. Nyní bylo možno výrobku přiřadit materiál, a tím i fyzikální vlastnosti. Po přepnutí do prostředí pevnostní analýzy jsem zadal potřebné údaje k samotnému výpočtu, jako vazby, síly a směr gravitace. Po zadání těchto parametrů jsem vytvořil síť konečných prvků a zahájil simulaci. Simulací jsem zjistil, že zavěšení přeneslo zatížení vyvolané hmotností sekačky a koše naplněného trávou. Tuto skutečnost dokládá výťah z protokolu, který automaticky vytvořil systém Inventor 10.

Porovnáním hmotností sekaček podobných rozměrů jsem se rozhodl, pro otestování nosnosti, počítat s celkovou hmotností 25kg. V této hmotnosti už je započítána i váha posekané trávy o 3/4 objemu koše. Sílu působící na jedno kolo jsem spočítal pomocí vzorce:

$$F = \frac{m \cdot g}{n} = \frac{25 \cdot 10}{4} = 62,5 \text{ N}$$

Dále jsem kolo zatížil kroutícím momentem o velikosti 1000 N.mm z důvodu drobného tření mezi mechanickými rotujícími součástmi.

Největší napětí a tudíž i nejmenší bezpečnostní součinitel je patrný na hraně, což bude s největší pravděpodobností způsobeno singularitou. Skutečné maximální napětí bude mít hodnotu nižší a tím pádem bude i součinitel bezpečnosti na vyšší hodnotě.

Z níže uvedených údajů v tabulkách vyplývá, že zavěšení kol bez větších problémů přenesou zatížení vyvolané hmotností sekačky i s naplněným košem na trávu o celkové hmotnosti 25 kg.

### Fyzické vlastnosti

<b>Hustota</b>	1,06 g/cm <sup>3</sup>
<b>Hmotnost</b>	0,475083 kg
<b>Plocha</b>	53707,2 mm <sup>2</sup>
<b>Objem</b>	448191 mm <sup>3</sup>
<b>Těžiště kola</b>	<div>x=22,7187 mm</div> <div>y=0,0012 mm</div> <div>z=-0,0998 mm</div>

### Materiálové vlastnosti:

<b>Materiál</b>		Plast ABS
<b>Obecné</b>	<b>Mez pevnosti v tahu</b>	40 MPa
<b>Napětí</b>	<b>Poissonova konstanta</b>	0,38
	<b>Youngův modul pružnosti</b>	2,89 GPa

**Síla:**

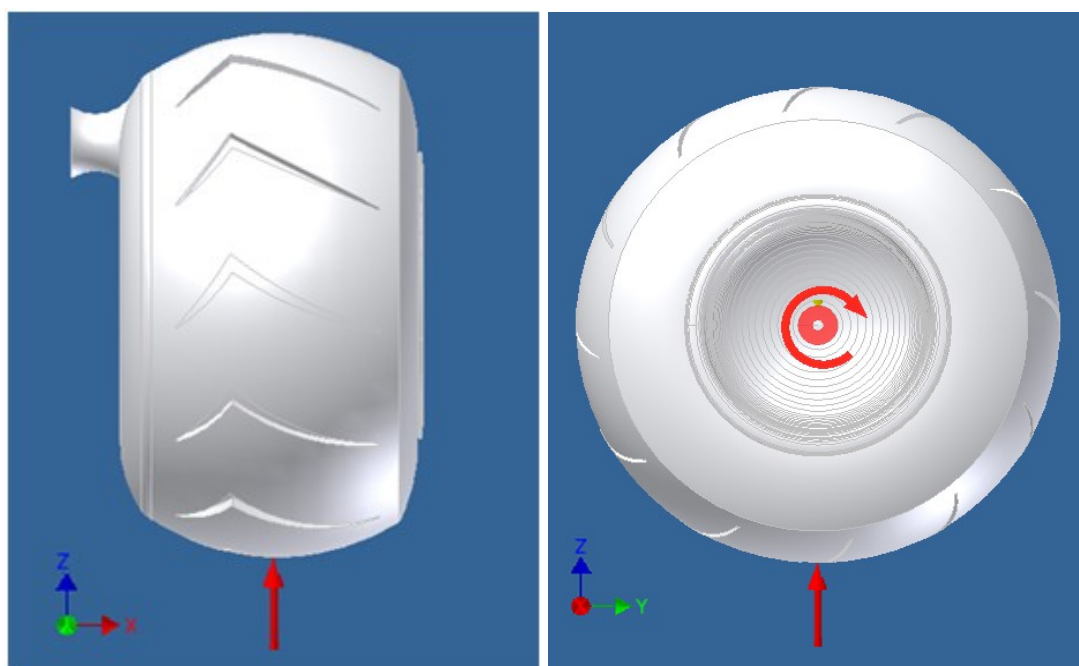
<b>Typ zatížení</b>	Síla
<b>Vektor X</b>	0,000 N
<b>Vektor Y</b>	0,000 N
<b>Vektor Z</b>	-62,500 N

**Kroutící moment:**

<b>Typ zatížení</b>	Moment
<b>Velikost</b>	1000 N.mm

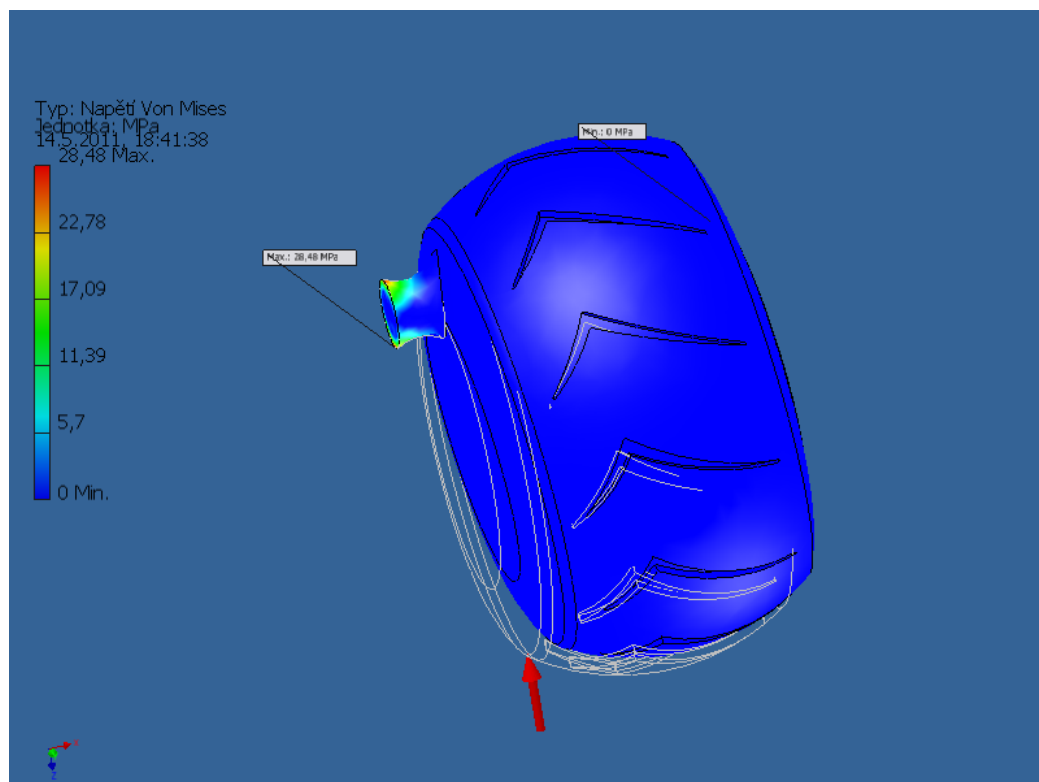
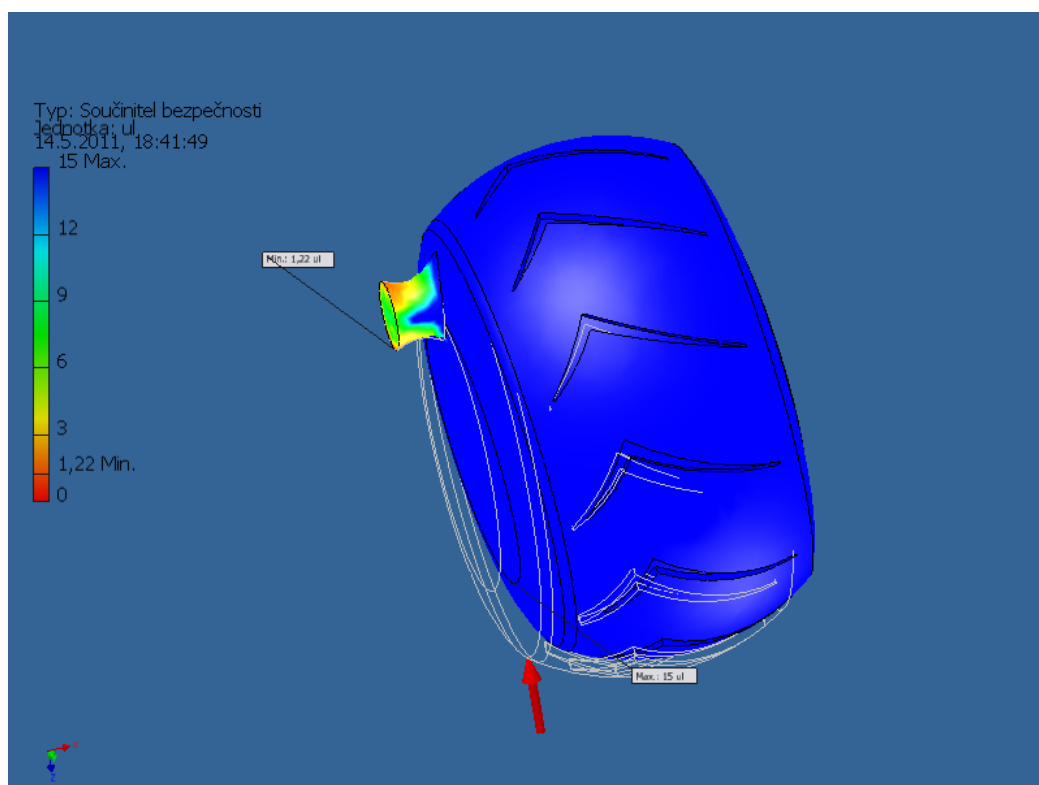
**Výsledek:**

Název	Minimální	Maximální
<b>Napětí Von Mises</b>	0,00103 MPa	28,47870 MPa
<b>Posunutí</b>	0 mm	0,96922 mm
<b>Bezpečnostní souč.</b>	1,22105	15



Obr. 16.2 Zatížení silou a kroutícím momentem



**Obrazová dokumentace:***Obr. 16.3 Průběh napětí metodou Von Mises**Obr. 16.4 Grafické zobrazení součinitele bezpečnosti*

## 18. Skutečný model

Tělo sekačky jsem vytvořil ze šamotové hlíny ve zmenšeném měřítku, s ohledem na skutečné rozměry v poměru 3:4. Díky zmenšení modelu se mi zjednodušila a urychlila práce a přitom zůstala zachována podstata skutečného modelu. Tou je udělat si představu jak vypadají tvary, vytvořené v PC programech, ve skutečnosti.



Obr. 17.1 Průběh tvorby skutečného hliněného modelu

## 19. Závěr

Navržený typ sekačky na trávu je koncipován k úpravě trávníků menší až střední rozlohy. Spadá do kategorie hobby s elektrickým pohonem. K jeho hlavním přednostem patří nízká hmotnost, šetrnost k trávníku, nízká hlučnost, dobrá ergonomie a neotřelý design.

Snahou mé práce bylo vyzkoušet si komplexně znalosti a dovednosti získané během studia, a to převážně po zařazení do studijní specializace průmyslový design. S jejich využitím navrhnout zajímavý design a přitom se snažit o zachování použitelnosti a také výrobitelnosti. Zpracoval jsem rešerši v oblasti daného produktu, abych zjistil typy sekaček, které jsou uživatelům k dispozici. Vymyslel jsem uložení kol a způsob výškového nastavení sekání. Provedl jsem ergonomickou rozvahu pro zajištění zásadních rozměrů ke komfortnímu používání. Zkontroloval jsem pomocí MKP nosnost zavěšení kol. Vytvořil jsem skutečný model části sekačky, vizualizace a poster, jehož kopii v menším měřítku přikládám jako přílohu této práce.

Vzhledem k rozsáhlosti tématu, nebylo v mých možnostech vyřešit všechny detaily návrhu. Proto by bylo vhodné v budoucnu vyřešit nosnou konstrukci, navrhnout uchycení a typ elektromotoru a zvážit použití ekologických způsobů získávání elektrické energie, například pomocí fotovoltaiických článků.

## 20. Seznam použité literatury

- (1) HRUDIČKOVÁ, Milena. *Ergonomie I* [online]. [s.l.] : [s.n.], 2007 [cit. 2011-05-17]. Přizpůsobení techniky antropocentrickému pojetí pracovního místa, s. . Dostupné z WWW: <<http://vyuka.fs.vsb.cz/mod/resource/view.php?id=2441>>.
- (2) Drastík, F.: *Technické kreslení podle mezinárodních norem*. Montanex, 1994. ISBN 80-85780-10-0.
- (3) ČSN EN 894-3+A1. *Bezpečnost strojních zařízení - Část 3: ovladače, ergonomické požadavky pro navrhování sdělovačů a ovladačů*. [s.l.] : [s.n.], 2009.
- (4) Seka%C4%8Dka. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, , last modified on 11.2.2010 [cit. 2011-05-17]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Seka%C4%8Dka>>.
- (5) *Profistroje* [online]. 2010 [cit. 2011-05-17]. Sekačky. Dostupné z WWW: <<http://www.profistroje.cz/sekacky.asp>>.
- (6) *Ceskykutil* [online]. 2008 [cit. 2011-05-17]. Historie vřetenových sekaček. Dostupné z WWW: <<http://www.ceskykutil.cz/zahrada/technika/historie-vretenovych-sekacek/sekacky.asp>>.
- (7) *Vretenovesekacky* [online]. 2009 [cit. 2011-05-17]. Historie. Dostupné z WWW: <<http://www.vretenovesekacky.cz/2s-tradice-sekacek-ATCO.html>>.
- (8) *IDnes : Hobby.iDnes* [online]. 2010 [cit. 2011-05-17]. Akumulátory ovládnou sekačky budoucnosti, tvrdí švédská designérka. Dostupné z WWW: <[http://hobby.idnes.cz/akumulatory-ovladnou-sekacky-budoucnosti-tvrdi-svedska-designerka-1gk-/hobby-zahrada.asp?c=A100613\\_162938\\_hobby-sdeleni\\_bma](http://hobby.idnes.cz/akumulatory-ovladnou-sekacky-budoucnosti-tvrdi-svedska-designerka-1gk-/hobby-zahrada.asp?c=A100613_162938_hobby-sdeleni_bma)>.
- (9) *ITest* [online]. 2009 [cit. 2011-05-17]. Test motorových sekaček s pojezdem. Vyšší cena neznamená vždy dobrý nákup. Dostupné z WWW: <[http://www.itest.cz/zahradni\\_technika/test-sekacky-2009.htm](http://www.itest.cz/zahradni_technika/test-sekacky-2009.htm)>.
- (10) *E-alko.cz* [online]. 2010 [cit. 2011-05-17]. Elektrická sekačka AL-KO Silver 470 E Premium. Dostupné z WWW: <[http://www.e-alko.cz/elektricke/elektricka-sekacka-al-ko-silver-470-e-premium-bez-pojezdu-p-151674.html?cPath=204971dni\\_technika/test-sekacky-2009.htm](http://www.e-alko.cz/elektricke/elektricka-sekacka-al-ko-silver-470-e-premium-bez-pojezdu-p-151674.html?cPath=204971dni_technika/test-sekacky-2009.htm)>.
- (11) *Gardena* [online]. 2010 [cit. 2011-05-17]. Elektrická sekačka PowerMax 42 E. Dostupné z WWW: <<http://www.gardena.com/cz/lawn-care/lawn-mower/powermax-42-e/>>.
- (12) *Garten.cz* [online]. 2008 [cit. 2011-05-17]. Travní sekačky. Dostupné z WWW: <<http://www.garten.cz/a/cz/3213-travni-sekacky/>>.
- (13) *Alcomex* [online]. 2011 [cit. 2011-05-18]. Pružiny tlačné. Dostupné z WWW: <<http://www.alcomex.cz/Katalog/katalog.php>>.
- (14) *Obrázky* [online]. 1998 [cit. 2011-05-23]. *Google.com*. Dostupné z WWW: <<http://www.google.cz/imghp?hl=cs&tab=wi>>.

## 21. Seznam příloh

- (1) Výkres sestavy LAWNMOWER č.v. SB3KSD01-01
- (2) Poster LAWNMOWER, formát A4